

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Хіміко-технологічний факультет
Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

До захисту допущено
В.о завідувача кафедри
_____ Н.М.Толстопалова
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2017 р.

Дипломна робота
освітньо-кваліфікаційного рівня “спеціаліст”
з спеціальності 7.05130101 Хімічні технології неорганічних речовин
на тему: Технологія локального очищення стічних вод видобування
бурштину

Виконав: студент 6 курсу, групи ХН – 51с

Кузьмінчук Анна Володимирівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник доц. Лапінський Андрій Вікторович _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти

_____	_____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запо-
зичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ - 2017 року

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Факультет хіміко-технологічний

(повна назва)

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліст

(назва ОКР)

Напрямок підготовки 6.051301 Хімічна технологія

(код і назва)

Спеціальність 7.05130101 Хімічні технології неорганічних речовин

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о завідувача кафедри

_____ Н.М. Толстопалова

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 201__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Кузьмінчук Анні Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія локального очищення стічних вод видобування бурштину

керівник проекту (роботи) доц.Лапінський Андрій Вікторович ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 201__ р. № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

Календарний план

№	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 117 стор.; 28 табл.; 11 рис.; 30 посилань.

Метою дипломної роботи було дослідити можливий вплив промислового нелегального добування бурштину на склад водойм Рівненського природного заповідника і загалом області та на його біорізноманіття та на підставі отриманих даних розробити технологічну схему очищення стічних вод бурштинового промислу, як великих промислових масштабів так і дрібних підприємств з видобутку, що мають бути ліцензовані в найближчому майбутньому.

Було проведено дослідження зразків ґрунту і зразків води з місць видобутку та наближених до них.

БУРШТИН, РІВНЕНСЬКИЙ ПРИРОДНИЙ ЗАПОВІДНИК, БІОГЕННІ ЕЛЕМЕНТИ, КАЛЬЦІЙ, ТВЕРДІСТЬ, ТОРФ, КАТІОНІТ, СТІЧНІ ВОДИ

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 117 с.; 28 табл.; 11 рис., 30 ссылок.

Целью дипломной работы было исследовать возможное влияние промышленной нелегальной добычи янтаря на состав водоемов Ровенского природного заповедника и области и на его биоразнообразие. На основании полученных данных разработать технологическую схему очистки сточных вод янтарного промысла, как добычи больших промышленных масштабов так и мелких добывающих предприятий, которые должны быть лицензированы в ближайшем будущем.

Были проведены исследования образцов грунта и образцов воды из мест янтарной добычи и приближенных к ним.

ЯНТАРЬ, РОВЕНСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК, ТОРФ,
БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, КАЛЬЦИЙ, ЖЕСТКОСТЬ, КАТИОНИТ,
СТОЧНЫЕ ВОДЫ

ABSTRACT

Thesis: 117 p.; Table. 28; Fig. 11; 30 references.

The aim of the thesis was to investigate the possible impact of industrial illegal extraction of amber on the composition of Rivne Nature Reserves waters and the whole region. Consequently, its biodiversity and on the basis of the data to develop the technological scheme of sewage amber craft like as much as industrial proportions and the small companies to be licensed in the near future.

A study was conducted on soil and water samples from places of amber extraction and close.

AMBER, RIVNE NATURE RESERVE, PEAT CATION, CALCIUM,
BIOGENIC ELEMENTS, WATER HARDNESS, WASTE WATER

ЗМІСТ

Вступ.....	11
1 Критичний аналіз існуючих літературних джерел.....	13
1.1 Поняття про сталий розвиток.....	13
1.2 Рівненський природний заповідник.....	17
1.3 Бурштинові мінерали Українського Полісся.....	23
1.4 Методи добування бурштину в Україні.....	28
1.5 Висновки отримані в ході дослідження літературних джерел	30
2 Експериментальна частина.....	33
2.1 Методи і методики досліджень.....	33
2.1.1 Електронна мікроскопія	33
2.1.2 Рентгенофлуоресцентний аналіз.....	35
2.1.3 Рентгенофазовий аналіз.....	36
2.1.4 Методика визначення загального солемісту	37
2.1.5 Методика визначення жорсткості води.....	39
2.2 Дослідження складу вод Рівненського природного заповідника	40
2.3 Дослідження проб ґрунту	43
2.3.1 Результати мікроскопічного дослідження ґрунту.....	43
2.3.2 Результати рентенофлуоресцентного дослідження ґрунту	44
2.3.3 Результати рентгенофазового дослідження ґрунту	45
2.3.4 Визначення розчинності домішок піщаного ґрунту зі «свердловин» бурштинових родовищ.....	46

2.2	Дослідження проб води	48
2.2.1	Дослідження фізичних показників води.....	48
2.2.2	Визначення жорсткості та загального солевмісту проб води.....	49
2.3	Дослідження іонообмінних властивостей торфу. Визначення повної обмінної ємності.	50
2.5	Висновки з результатів проведених досліджень	52
3	Розробка технологічних рекомендацій щодо очищення стічних вод бурштинового промислу.....	54
3.1	Технологічне оформлення установки призначеної для водопідготовки ДП «Бурштин України».	55
3.2	Підбір та розрахунок основного обладнання установки водопідготовки спроектованої для ДП «Бурштин України»	57
3.2.1	Розрахунок габаритних розмірів басейнів-накопичувачів та басейнів-змішувачів.	57
3.2.2	Підбір та розрахунок засипних механічних фільтрів	58
3.2.3	Розрахунок установки ультрафільтрації.....	61
3.2.4	Дозувальна станція пероксиду водню	66
3.2.5	Дозувальна станція соляної кислоти	66
3.2.6	Дозувальна станція гідроксиду натрію	67
3.2.7	Установка глибокої промивки мембран	68
3.3	Технологічне оформлення установки призначеної для очищення стічних вод дрібного промислового видобутку бурштину.	69
3.4	Підбір і розрахунок основного обладнання дрібного видобутку бурштину	70
3.4.1	Підбір мішкових фільтрів	70
3.4.2	Вибір басейнів-фільтрів та басейнів накопичувачів.....	71

3.4.3	Підбір насосів	72
3.4.4	Розміщення та обслуговування установки.....	73
4	ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ	75
4.1	Економіко-організаційні розрахунки приведені для схеми організації відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України».....	75
4.1.1	Технологічна підготовка виробництва	76
4.1.2	Технологічний контроль на виробництві	79
4.1.3	Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва.....	80
4.2	Економіко-організаційні розрахунки приведені для схеми організації відділення очищення стічних вод для дрібного видобутку	86
4.2.1	Технологічна підготовка виробництва	87
4.2.2	Технологічний контроль на виробництві	89
4.2.3	Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва.....	90
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	96
5.1	Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних факторів на проєктованих об'єкті.....	96
5.2	Виробниче освітлення	100
5.3	Захист від виробничого шуму та вібрацій	101
5.4	Електробезпека	101
5.5	Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання	103
5.6	Пожежна безпека	105
5.7	Атестація робочих місць	107

	10
5.8 Аналіз небезпеки об'єктів	109
ВИСНОВКИ	112
Перелік посилань.....	115

ВСТУП

Сьогодні у світі все більше промислових підприємств намагаються дотримуватися принципів сталого розвитку зважаючи на добробут прийдешніх поколінь. Ці ж самі принципи закладаються у новітні наукові розробки. В Україні наразі, в порівнянні з вісімдесятими і дев'яностими роками минулого століття, ситуація змінилася на краще, але розвиток екологізації виробництва і побуту все ж таки надто повільний відносно сусідніх європейських країн.

Однією із проблем, що є актуальною на території північно-західної частини України на сьогодні, є існуючі та прогнозовані екологічні наслідки нелегального видобування бурштину. До наявних на сьогодні негараздів можна віднести винищення лісових масивів та родючих земель на території Рівненської, Житомирської та Волинської областей. Масштаби порушень родючого шару ґрунтів настільки високі, що без проведення високовартісних регенераційних робіт, відновлення родючого шару може зайняти більше сотні років.

Ще однією з основних прогнозованих в майбутньому загроз є порушення сольового балансу водойм північно-західної частини України, оскільки вода, що використовується при нелегальному видобуванні бурштину повертається у водойми з підвищеним солевмістом, а це може бути критичним для біологічного різноманіття низькомінералізованих водойм. Основним об'єктом досліджень були озеро Біле Володимирецького району, що знаходиться у Рівненському природному заповіднику та інші водойми, цього заповідника.

Метою дипломної роботи є дослідження вод та ґрунтів бурштинового промислу та, як вище згадувалося, підтвердження на їх основі прогнозів щодо негативного впливу видобутку на склад водойм Рівненського природного заповідника та регіону загалом. На основі отриманих

літературних джерел та отриманих даних поставлено ціллю спроектувати технологічні засади для вирішення існуючих та попередження накопичення майбутніх екологічних проблем.

1 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Поняття про сталий розвиток

Сталим є такий розвиток, який задовольняє потреби теперішнього покоління не наражаючи на ризик здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби (Гру Харлем Брутланд).

Існує підхід, згідно якого сталий розвиток поділяється на три основні складові:

1. Сталий соціальний розвиток. При такому розвитку використання ресурсів має бути направлене на цілі забезпечення рівноправ'я людей і соціальної справедливості.
2. Економічно сталий розвиток – підтримання матеріального капіталу, створеного людиною (в тому числі інформаційного та культурного) і природного капіталу.
3. Екологічно сталий розвиток – розвиток, при якому добробут людей забезпечується збереженням джерел сировини і навколишнього середовища, як місця стоку забруднень. Рівень викидів не повинен перевищувати асиміляційну здатність природи, а швидкість використання невідновлюваних ресурсів має відповідати їх відтворенню за рахунок заміни утворюваними компонентами.

Таким чином, у жодному з визначень сталого розвитку не мається на увазі статична або динамічна сталість, а тим більше незмінність, в буквальному розумінні цього слова. Завжди мається на увазі невизначено довгий динамічний розвиток, що не вступає в конфлікт з природою та враховує екологічну складову.

Не дивлячись на різноманітність поглядів на шляхи розвитку, практично усі вони (за виключенням шляху точки зору «в печери») визнають економічне зростання на базі іноваційного технологічного розвитку в

діапазоні від необмеженого до сповільненого і обмеженого, враховуючи екологічну складову сталого розвитку.

Одне із основних питань сталого розвитку – або сумісний обмежений, сповільнений, або нульовий приріст в використанні ресурсів та не нульовий в використанні кінцевих продуктів з ринковою економікою на тлі підвищення якості життя всіх верств населення.

Друге основне питання: чи є можливим у кінцевому світі, яким є наша планета, безперервно підтримуваний розвиток, якщо ключовим є ріст та приріст. Приклад біоти, яка не росте, а розвивається якісно, підказує, що безмежний ріст не можливий при відсутності рушійної сили.

З проаналізованих вище питань виникає основне питання сталого розвитку – питання про оцінку меж приросту та розвитку і його рушійної сили, або ж асиміляційної ємності як виділеної екосистеми чи всієї біосфери загалом. Можна вважати, що з допомогою технологічних засобів можна обмежено розширити межі екологічної ємності [1].

На сьогодні визначено основні заходи для забезпечення сталого розвитку України відповідно до засад затверджених Конференцією ООН з питань навколишнього середовища і розвитку від 1992 року. Зазначено, що комплекс природоохоронних заходів повинен забезпечувати максимальний загальноекономічний ефект, складовими якого є екологічний і соціально-економічний, позитивний для суспільства результат. Простіше кажучи, основні принципи сталого розвитку для України містяться у невід'ємній екологічній складовій принципів сталого розвитку – збільшенні економічної продуктивності на тлі мінімізованих екологічних впливів.

Майже вся територія України є зоною екологічного лиха або ризику, що законодавчо визнано рішеннями Верховної Ради України[2]. Виходячи з принципу рівноправності та права кожного народу самостійно вирішувати свою долю, Україна, поряд з визначенням свого внутрішнього і зовнішнього

статусу, напрямків політичного, економічного, соціального та культурного розвитку, мусить обов'язково опрацювати стратегію і тактику виходу з глибокої екологічної кризи, віднайти шляхи забезпечення екологічного добробуту країни, збереження надбання у вигляді національних природних ресурсів для прийдешніх поколінь.[3].

На сьогодні в Україні фактично переважає екологічний нігілізм і має місце майже повне ігнорування принципів сталого розвитку за рахунок низької загальної та екологічної культури населення, низького рівня матеріальних статків та неповноцінної законодавчої системи та корумпованості і інтелектуальної слабкості виконавчої влади нижчого та середнього щаблів, що призводить масового нехтування екологічного законодавства.

Актуальні проблеми екологічного аспекту сталого розвитку в Україні можна сформульовані нижче.

1. Нераціональне використання енергетичних ресурсів промисловими та побутовими користувачами. Фактична відсутність державної політики заохочення громадян заощадженню енергоресурсів.
2. накопичення несортованого сміття на території країни до критичної маси, відповідно забруднення ближніх водойм і систем водопостачання населення. Створення органами місцевої влади перешкод для інвестування в сміттєпереробну галузь вітчизняними та закордонними інвесторами. Відсутність пільгового податкового забезпечення для сміттєспалювальних та сміттєпереробних заводів.
3. Відсутність державної підтримки сортування сміття на стадії його первинної акумуляції.
4. Технологічно застаріла або необгрунтована система показників ГДК та ГДВ токсичних промислових речовин у викидах, часткова халатність та корумпованість контролюючих органів, які призводять до фатальних екологічних наслідків.

5. Тимчасові бойові дії на сході України, які супроводжуються критичним руйнуванням як промисловості, так і екосистем. На працюючих хімічних підприємствах окупованої частини Донбасу екологічні параметри взагалі не контролюються, що разом із внесенням до ґрунтів великої кількості тяжких металів через вибухові речовини і боєприпаси вірогідно через кілька років зробить територію Донецької та Луганської областей України зоною екологічного лиха першої категорії.
6. Недофінансування державних закупок вакцин для профілактики населення від найпоширеніших і найнебезпечніших груп захворювань починаючи з 2012 року та антивакцинальна компанія проведена заангажованими ЗМІ, які ,наприклад, лише в 2016 році вже забрали 8 життів.
7. Безконтрольна нелегальна вирубка лісів Карпат, що перевищує допустимі межі уже протягом більш ніж 10 років, призводить до паводків, які щороку забирають близько 10 життів людей. Вирубка лісів Полісся не має таких критичних наслідків, але несприятливі наслідки вже накопичуються.
8. Нелегальне добування бурштину-сукциніту в Україні на сьогодні досягло некерованого, стихійного та критичного розмаху і у сотні разів перевищує легальний видобуток. Це явище вже завдало неймовірних екологічних збитків переважно на території Рівненської та Житомирської областей України та поступово розповсюджується на Волинь.

Щорічно, за різними оцінками, в Україні нелегально видобувають від 120 до 300 тонн бурштину на рік, а обіг тіньового ринку становить 230-300 млн дол. При цьому у Житомирській області від нецивілізованого видобутку бурштину виявлено 220 га пошкодженої землі, у Волинській області - 4 га, в Рівненській - 169 га пошкоджених земель. За словами Світлани Коломієць заступника міністра екології та природних ресурсів України – площа

пошкоджених земель становить тисячі гектарів, точних даних наразі не має жодна держструктура[4]. Але окрім явних наслідків, як легального так і нелегального добування бурштину є не лише спотворення рельєфу, знищення поверхневого шару ґрунту та винищення лісів, ще одним актуальним питанням є зміна природного сольового балансу водойм Полісся, що може спричинити дегенерацію рослинного і тваринного світу даних територій. Це явище є вторинним щодо видобування бурштину-сукциніту і тому має прихований характер, хоча наслідки прогнозуються як жахливі.

1.2 Рівненський природний заповідник

Рівненський природний заповідник було створено Указом Президента України від 3 квітня 1999 року № 356 на площі 47046,8 га, проте згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2003 року № 1271 заповіднику було передано у постійне користування земельну ділянку площею 42288,7 га.

Територія заповідника складається з чотирьох окремих ділянок, які з 1984 року мали статус заказників загальнодержавного значення: ландшафтний заказник "Білоозерський" (Володимирецький р-н), загальнозоологічний - "Перебродівський" (Дубровицький та Рокитнівський р-ни), ботанічний - "Сира Погоня" (Рокитнівський р-н), гідрологічний - "Сомино" (Сарненський р-н). Це найбільші за площею і найкраще збережені болотні масиви України, взяті під охорону на рівні держави. Заповідник створено з метою збереження у природному стані типових та унікальних природних комплексів Українського Полісся, в тому числі болотяних угідь.

Згідно з фізико-географічним районуванням України, територія заповідника належить до Волинського Полісся Зони мішаних лісів. Вона добре виражає основні риси ландшафту, притаманні цій частині України, - рівнинність рельєфу, переважання пісків, позитивний баланс вологи, високі

залісненість та заболоченість. Білоозерський масив заповідника входить до Верхньоприп'ятського фізико-географічного району, в якому багато озер як карстового, так і заплавного походження. Близько 10 % площі району займають болота.

Болотяно-лісові масиви "Сомино", "Сира Погоня" та "Переброди" належать до Нижньогоринського фізико-географічного району. Ця територія є найбільш заболоченою частиною Українського Полісся. Болота тут займають близько 20% площі. Клімат району розташування заповідника порівняно вологий і теплий. Сума річних опадів становить 550-600 мм, період активної вегетації 150-155 днів. Це зона достатнього зволоження з середньою температурою липня плюс 18,5°C, січня – мінус 5,5°C і середньорічною температурою плюс 6 – 7 °C. За геоморфологічними умовами – це низовина, кристалічний фундамент якої залягає на глибині до 200 м і перекритий льодовиковими, водно-льодовиковими та алювіальними відкладами. Серед чотирьох ділянок заповідника морена виявлена лише на Білоозерській. Ґрунти всіх чотирьох ділянок - переважно торфи.

У рослинному покриві території заповідника переважають ліси і болота (відповідно 48,3% та 48,0%). Серед лісів основні площі займають соснові. На багатьох ділянках у деревостані є значна кількість берези, проте березово-соснові ліси в соснових масивах трапляються розсіяно. На локальних площах сформувались листяні ліси з включеннями граба та дуба. Болотна рослинність заповідника є дуже своєрідною. В її складі переважають мезотрофні (перехідні) болота, в меншій мірі оліготрофні (верхові). Болота цих двох класів формацій, на яких розвинений сфагновий покрив, складають близько 80% всіх боліт заповідника. Евтрофні (низинні) болота займають 10-15% площ боліт заповідника (решту складають болота проміжної за живленням групи- олігомезотрофні та еумезотрофні).

Характерною ознакою Рівненського заповідника є те, що в ньому представлені болота всіх типів, які є на Українському Поліссі. Найбільшою

різноманітністю боліт визначається Білоозерська ділянка. Саме на ній добре представлені болота з багатим живленням - низинні (евтрофні). На решті ділянок переважають сфагнові болота: ті, що досягли високого ступеня розвитку - верхові (оліготрофні) та менш розвинені - перехідні (мезотрофні).

Кожна ділянка заповідника має свої особливості щодо природних умов та рослинного і тваринного світів.

"Переброди" - обводнений болотний масив, через що і дістав свою назву. Він має рідкісний для України хід розвитку - периферійно-оліготрофний, тобто розвиток болота, наростання шару торфу, збіднення живлення тут відбуваються від периферії до центру. По периферії переважають перехідні угруповання осоково-сфагнових боліт, де ростуть рідкісні види флори України (шейхцерія болотна, росичка проміжна, верба чорнична, занесені до Червоної книги України) та рідкісні види осок - багнова, тонкокореневищна. Рідкісні для нашої країни осоково-шейхцерієво-сфагнові угруповання, що зростають в урочищі Корогод, занесено до Зеленої книги України.

У центральній, найбільш обводненій частині болотного масиву, зосереджені низинні болота. Тут переважають очерет та осока омська. Звичними є такі болотні види як смовдь болотяна, вербозілля звичайне, куничник сіруватий.

Лісова рослинність на ділянці Переброди розміщується на невеликих мінеральних острівцях та гривах. Це переважно соснові ліси вересові, зеленомохові з чорницею, брусницею, орляком. Росте в них рідкісний вид баранцевих - дифізіаструм Зейлера, плямами виділяються ділянки північного виду - цінної лікарської рослини мучниці.

Масив Переброди у 2004 році віднесено до водно-болотних угідь міжнародного значення згідно Рамсарської конвенції про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів.

"Сира Погоня" - єдиний болотний масив в Україні з горбисто-мочажинним природним комплексом, характерним для північних боліт. На ньому переважають верхові болотні угруповання, занесені до Зеленої книги України. Горби мають округло-витягнуту форму і вкриті пригніченою сосною на сфагновому покриві. Тут ростуть нечисленні види рослин, які можуть витримати ці скрутні умови бідного мінерального живлення та високої кислотності. На горбах поряд з комахоїдною рослиною - росичкою круглолистою - росте рідкісний вид, занесений до Червоної книги України - журавлина дрібнопліда.

Обводнені мочажини щільно зтягнуті сфагновими мохами - здебільшого сфагнумом загостреним. На сфагновому покриві переважають шейхцерія болотна, осока багнова, зростають такі північні болотні рослини, як бобівник трилистий, образки болотні.

Ділянка "Сомино" за характером рослинного покриву має основні риси Західного Полісся. Це велика ділянка перехідних боліт, збережена в природному стані. Вона є крайньою південно-західною частиною болотного масиву Кремінне, розташованого в межиріччі річок Леви та Ствиги. Перехідне болото на цій ділянці переривається смугами суходолів та прилеглих лісових боліт. Тут розташоване озеро Сомино - типове озеро для Західного Полісся. Озеро ерозійно-карстового походження, його площа становить 56 га, максимальна глибина - 13 м.

На ділянці Сомино переважають осоково-сфагнові болота, трапляються ділянки очеретяно-осоково-сфагнових боліт. Тут росте багато рідкісних болотних видів рослин: росичка проміжна, шолудивник королівський, лікоподієла заплавна, ситник бульбастий, верба чорнична, хамарбія болотна, поширені реліктові види - верба лапландська, осока тонкокореневищна. Масив Сомино - одна з найбагатших у флористичному відношенні ділянок заповідника.

"Білоозерська" ділянка відзначається різноманіттям болотних комплексів. У долині річки Березини виявлена майже вся гамма болотних рослинних угруповань Українського Полісся - від осоково-гіпнових до осоково-сфагнових. Підвищені елементи рельєфу займають соснові ліси зеленомохові та чорницеві, ще вищі - лишайникові, а знижені - заболочені ліси з багном болотним та молінією.

На території Білоозерського масиву знаходиться озеро Біле, імовірно карстового походження. Це одне з найбільших озер в Рівненській області. Його площа становить 453 га, середня глибина - 4 м, максимальна глибина - 26 м. Вода його чиста й прозора, на дні добре видно майже біле вапнякове каміння, яке і дало озеру таку назву. По його берегах негустими смугами ростуть очерет і куга озерна, подекуди на воді трапляються ділянки з лататтям білим.

Загалом на території заповідника зберігаються ділянки, на яких представлені 10 рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України.

Кількість видів судинних рослин у Рівненському заповіднику за попередніми даними становить 563 види. Флора нижчих рослин на сьогодні вивчена недостатньо: поки що відмічено наявність 20 видів мохоподібних, 26 видів лишайників. На території заповідника зареєстровано 101 вид грибів.

У складі флори заповідника зустрічається 28 рідкісних видів, занесених до Червоної книги України. Крім них, тут росте кілька дуже рідкісних видів, які потребують занесення до Червоної книги України. Це осоки дводомна, тонкокореневищна, торфова, верба лапландська. Із рослин, що зростають у заповіднику, 2 види занесено до Європейського червоного списку, 1 вид - до Додатку 1 Бернської конвенції, 28 видів віднесені до списку регіонально рідкісних видів [5].

Сьогодні у безпосередній близькості до території заповідника, подекуди і на ній відбувається нелегальне видобування бурштину, що цілком не контролюється та може мати непередбачувані наслідки для біосистеми

заповідника. Зважаючи на той факт, що територія заповідника, як і усієї області перетинається меліоративними каналами, процеси переміщення ґрунтових вод прискорені.

Створення меліоративної системи почалося ще за часів царської Росії (канали прокладені в той період діють в Дубровицькому, Рокитнінському та Сарненському районах) . На даний час в Рівненській області меліоровано і знаходиться в зоні обслуговування управлінь меліоративних систем облводгоспу 390,4 тис. га осушених земель. Із загальної площі меліоративних систем гончарним дренажем осушено 271,1 тис. га. З двобічним регулюванням водно-повітряного режиму налічується 234,3 тис. га. Золотим фондом меліоративних земель є польдерні системи на площі 56,3 тис. га[6].

Зважаючи на той факт, що процеси меліорації, як згадується вище, були початі доволі давно і стан меліоративних систем подекуди потребує ремонту, швидкість змішування «бурштинових» вод і водойм заповідника неможливо дослідити, але той факт, що ця швидкість достатньо велика не можна не враховувати. Підтвердженням транспорту засолених вод бурштинового промислу та застійних явищ у меліоративних каналах є підвищений солевміст у вищезгаданих меліоративних каналах.

Це може негативно впливати на склад ґрунтів та водойм. Для прикладу вміст кальцію у підзолистих ґрунтах 0,73 % (від сухої речовини ґрунту), у сірих лісових – 0,90 %, у чорноземах – 1,44 %, а в сіроземах – 6,04 % [7]. Води отримані, як супутній продукт видобутку бурштину ніяк не очищуються, та в забрудненому стані повертаються в водойми та ґрунти, солевміст яких дуже низький. Як результат такого техногенного впливу можемо, як наслідок спостерігати порушення природнього балансу рослинності, коли рослини, що є специфічними для даного регіону будуть замінюватися новими, не характерними видами, що надалі може спричинити спотворення водно-земельних ресурсів.

При мінеральному отруєнні рослини кальцієм хлороз розвивається між жилками з білуватими і некротичними плямами, які можуть бути зафарбовані чи мати наповнені водою концентричні кільця; у деяких рослин відбувається ріст листових розеток, відмирання паростків і опадання листя [8]. Також підвищення вісту кальцію в рослинних клітинах блокує повноцінний доступ магнію, калію, азоту та заліза.

За вимогливістю до хімічної родючості деревних ґрунтів та інші лісові рослини можна поділити на три групи: оліготрофні (маловимогливі), мезотрофні (середньовимогливі) та евтрофні чи мегатрофні – рослини з підвищеною вимогливістю. До першої групи стосуються: сосна звичайна, біла акація, берези бородавчата і пухнаста, шелюга. В групу найбільш вимогливих можна віднести клен, грецький горіх, дуб, бук, ільмові, липу і пихту. Середнє становище займають ялина, кедр сибірський, вільха чорна та сіра, осика, горобина.

1.3 Бурштинові мінерали Українського Полісся

На сьогодні родовища і прояви бурштино-подібних смол відомі на багатьох континентах, але найбільш широко вони розповсюджені у Північній півкулі, а особливо на території Європи. Вік проявів починається від палеозою. Наявність бурштину-сукциніту в четвертинних алювіально-пролювіальних, алювіально-дельтових, алювіально льодяникових і озерно-болотних підкладеннях пов'язане з розмивом близькозалегаючих корінних бурштиноносних порід. Розсипи четвертинного віку розповсюджені в Україні та Білорусі, а також в США та Колумбії.

Джерелом смоли-живиці була рослинність відповідних епох, що володіла здатністю до смолоутворення. Поширення даних видів рослинності у палеоген-неогені пояснює і поширення бурштиноподібних смол, причому як у північній так і у південній півкулях. Аналіз умов знаходження бурштину

свідчить про те, що в залежності від палеографічних умов і тектонічної обстановки місць поширення «бурштинового» лісу способ утворення і розташування бурштину і природі могли дещо відрізнятися. Смола, що витікала з дерева чи звільнялася з гниючої деревини, переносилася ріками і тимчасовими потоками в водойму, де консервувалася і проходила подальші етапи формування в окисно-відновних умовах. При заболочуванні території «бурштинового лісу» формувалися бурштиноносні торф'яники. Вони могли також розмиватися з переносом смоли. Далі торф'яники консервувалися, переходячи в подальшому в буре вугілля, яке, якщо не утворювались умови для його подальшого розмивання ставало сховищем для смол. Про це свідчить велика кількість включень бурштину в буре вугілля мезокайнозойського віку.

Епохи інтенсивного сукцинозу і появи бурштину в масовій кількості схильні пояснювати глобальними подіями, що згубно змінювали стабільні умови росту смоловиділяючої рослинності. Припускається, що значне підвищення кількості родовищ бурштину в пізньо-крейдовий, еоценовий, олігоценний і міоценовий періоди пов'язано зі змінами природного середовища. Ці зміни скоріш за все були спричинені геологічними і біосферними перебудовами, що повпливали на зміну клімату і склад атмосфери [9].

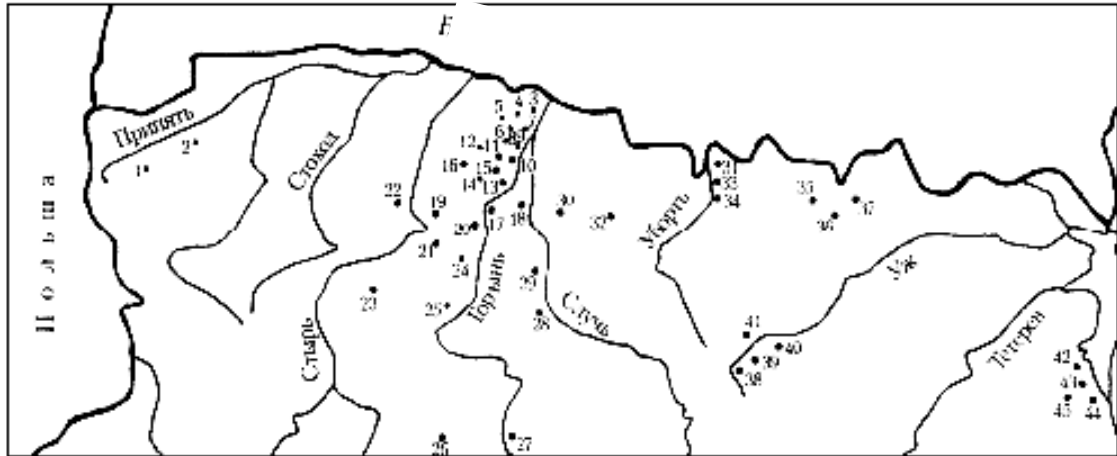
Найбільш перспективним в відношенні бурштиноносності регіоном України є північний і північно-західний схил Українського щита – зона стику кристалічних утворень Українського щита і осадово-вулканогенних порід Прип'ятського прогину і Волино-Подільської плити. Адміністративно в цей ареал входять північна і північно-західна частина Житомирської та Рівненської областей і північно-східна частина Волинської області. Сьогодні у Прип'ятському бурштиноносному басейні виділено 7 основних зон: Дубровицька (родовище Вільне), Володимирецька (родовища Володимирець-східний і Дубовське), Кльосівська (з однойменним

родовищем), Вишгородська (родовище Петрівське), Барашевська (родовище – Вікторівське), а також Могілянська та Перижанська зони (рисунк 1.1).

У стратиграфічному розрізі кайнозою даного регіону бурштиноносні шари встановлені на різноманітних вікових рівнях палеогену, неогену та антропогену, причому багаті за вмістом розсипи співпадають з граничними шарами еоцену і олігоцену – до обухівської і межигірської свит. Бурштиноносні росипи еоцену – нижнього олігоцену часто характеризуються промисловим вмістом бурштину, відносно довгі за простяганням і містять найякісніший бурштин з вільною бурштиною кислотою. Генетично Українські бурштиновмісні відклади поділяються на морські, прибережно-морські і лагунно-дельтові. В палеогеновий і неогеновий час вони збереглися від розмиву лише в впадинах рельєфу.

Формування вказаних розсипів бурштину обумовлено співвідношенням ряду позитивних факторів, основними з яких є:

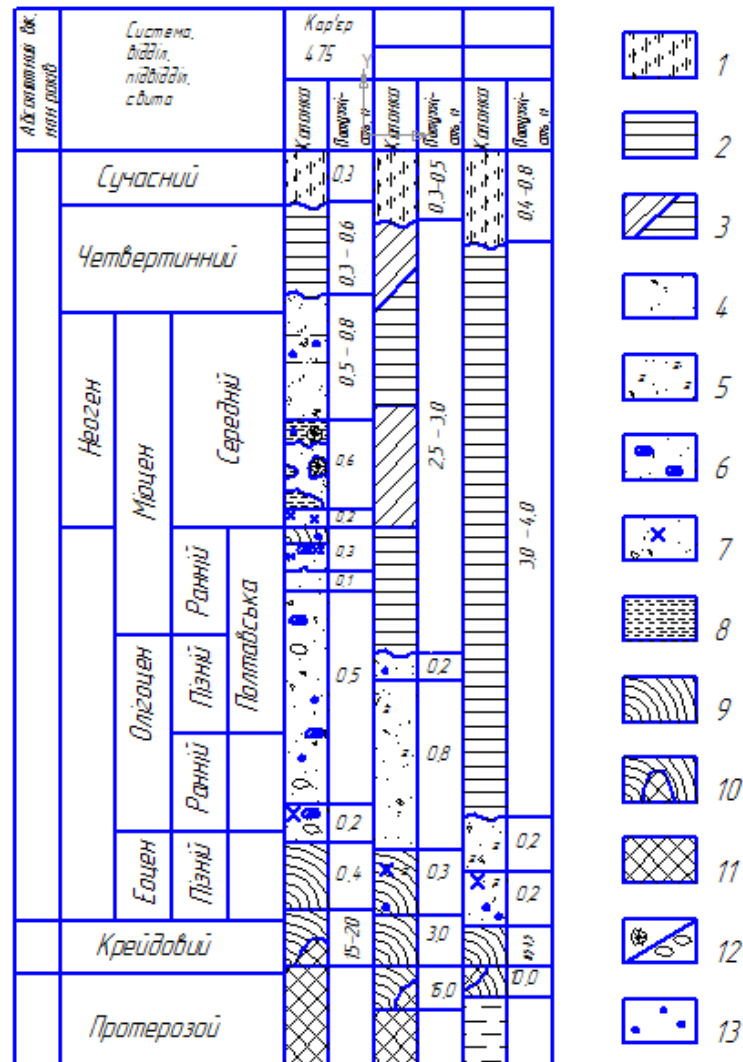
- специфічні палеографічні умови, що сприяли масивному смоловиділенню хвойних і накопиченню вихідного матеріалу;
- Повільні коливальні рухи земної кори (з переважанням піднімання в областях розмиву), що забезпечили багатократний перемив, перевідкладення і винос і море продуктів розмиву;
- Специфічний гідродинамічний режим (в лагунах, шхерах, зонах пляжів), що призводив до формування янтароносних шарів. Бурштин в даному регіоні належить до відкладів київської, обухівської та межигірської свит та в певних концентраціях – до більш молодих утворень.



1 – Володимирівка, 2 – Олександрівка, 3 – Висоцьк, 4 – Людинь, 5 – Лісове, 6 – Ясинець, 7 – Лютинськ, 8 – Мочулище-Чорнове, 9 – Дубровиця, 10 – Берестя, 11 – Нівецьк, 12 – Трипутня, 13 – Бережниця, 14 – Кидри, 15 – Осова, 16 – Володимирець, 17 – Цепцевичі, 18 – Сарни, 19 – Рафалівка, 20 – Городець, 21 – Іванчі, 22 – Велика медвежка, 23 – Журавиче, 24 – Гута Степанська, 25 – Злазно, 26 – Стара Мощаниця, 27 – Могиляни, 28 – Прислуччя, 29 – Березно, 30 – Кльосів, 31 – Копище, 32 – Рокитне, 33 – Майдан, 34 – Перга, 35 – Словечне, 36 – Збраньки, 37 – Овруч, 38 – Бараші, 39 – Вікторівка, 40 – Ушомир, 41 – Гулянка, 42 – Межигір'я, 43 – Нові Петрівці, 44 – Вишгород, 45 – Буча.

Рисунок 1.1 – Родовища і прояви бурштину в Українському поліссі [10]

Одним із перших освоєних родовищ було Кльосівське (с. Кльосів Сарненського району рівненської області). На цій ділянці, безпосередньо на древній корі залягає шар глин від голубувато-сірого до зеленувато-сірого кольору (0,5 -9,0 м) з окатаними уламками кремнів. На глинах (чи безпосередньо на корі вивітрювання) розміщено два шари кварцевих пісків олігоцену різних кольорових відтінків (рисунок 1.2)[11].



1 – ґрунтовий (родючий) шар, 2 – пісок тонкошаровий кварцовий; 3 – пісок косошаруватий кварцовий; 4 – масивний кварцовий пісок; 5 – кварц-глауконітовий пісок; 6 – лінзи та уламки вугілля в кварцовому піску; 7 – гумусоносний пісок; 8 – темно-сіра глина з ослинними рештками; 9 – перемика кора вивітрювання; 10 – структурна кора вивітрювання; 11 – кристалічний фундамент; 12 – рослинні рештки, галька; 13 – бурштин.

Рисунок 1.2 – Літолого-фасціальна колонка бурштиновмісних покладів Кльосівського родовища

1.4 Методи добування бурштину в Україні

З 2008 року на території Житомирської та Рівненської областей підприємством «Бурштин України» впроваджується принципово новий метод розробки родовищ бурштину. Цією технологією є свердловинна розробка і заключається в шнеково-гідравлічному методі. В основі методу лежить ефективність способу. Метод використовується як для розвідки нових родовищ, геологорозвідувальних досліджень, так і для промислового освоєння. За годину на обладнанні даних установок можна обслідувати територію двома чотирма свердловинами діаметром до 800 мм.

Промислове добування бурштину відбувається шнековим бурінням. На породу справляють дію гідравлічним тиском і виносять її на поверхню в вигляді водяної пульпи. Потім пульпа потрапляє в спеціальну установку, де її розділяють і додатково промивають. Промивна вода, в свою, чергу, повертається до відстійника, де повторно очищується і знову використовується. Так, в технологічному процесі перебуває лише оборотна вода. Нею як вимивають бурштин, так і промивають його від піщано-глинистих порід.

Комплексне технологічне обладнання складається з пересувної промивочної машини на колесах чи санях, самохідної гідравлічної установки на гусеничному чи пневмоколісному ході, ємності для води на 5 – 8 м³ і насосно-компресорного обладнання.

Способи підйому бурштину на поверхню – свердловинні. Діаметр буріння за спеціальною сіткою – 80 см. Найбільша глибина викриття родовища – 15 м. Такі установки, як правило, обслуговуються двома спеціалістами [12].

Тривалий час на території України використовувався також кар'єрний метод добування бурштину.

Вищезгадані методи використовуються державним підприємством «Бурштин України».

Нелегальна і неліцензована розробка бурштину ведеться переважно двома способами:

1. «Вимивання», коли мотопомпами (рисунок 1.3) воду з найближчої водойми під високим тиском закачують у ґрунт і створюють так звані «свердловини» глибиною не більше десяти метрів, бурштин за рахунок малої маси підіймається з водою на поверхню, де його відділяють сітками, або «сачками».



Рисунок 1.3 – Наслідки «вимивання» бурштину у Рівненській області

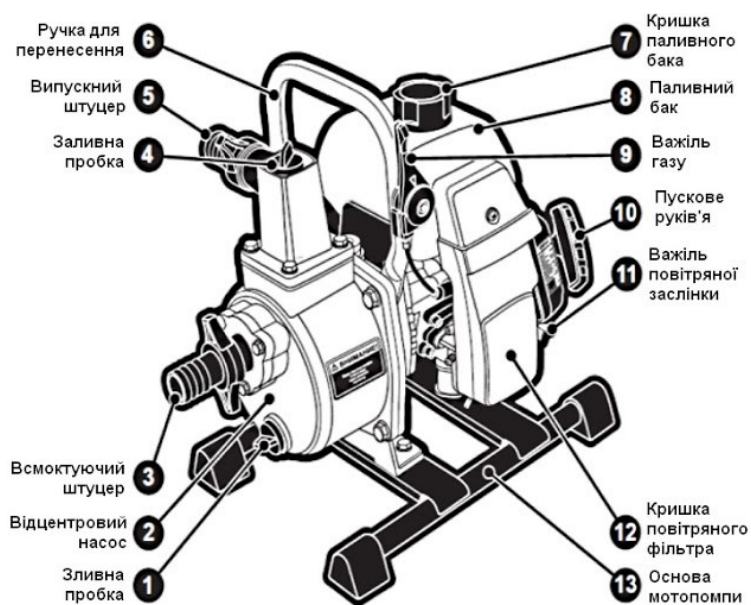


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд мотопомпи [13]

2. Нелегальне кар'єрне добування. Відрізняється від офіційного добування зниженим розміром кар'єрів, оскільки добування ведеться переважно ручною працею, але на відміну від легального добування не передбачає жодного дотримання норм охорони праці, заходів з охорони водного басейну та інших екологічних заходів



Рисунок 1.5 – Наслідки нелегального кар'єрного добування бурштину
Рівненська область

Для будь-якого методу добування бурштину потрібна вода технічної якості.

Джерела води можуть бути розташовані віддалено від покладів, у цьому випадку вода транспортується з природних водойм водними помпами.

Сьогодні не проводиться жодних заходів щодо очищення відпрацьованих вод і вони скидаються у найближчі природні водойми, змінюючи їх склад.

1.5 Висновки отримані в ході дослідження літературних джерел

Аналіз наукових літературних джерел дозволяє сформулювати наступні висновки і напрямки досліджень.

1. Унікальність болотяно-лісових угідь Полісся визнана як українськими дослідниками так і міжнародною науковою спільнотою. Проте, в наш час

через несприятливу соціально-економічну ситуацію в Україні на території більшої частини українського Полісся ведеться нелегальне видобування бурштину-сукциніту, наслідками якого є знищення орних ґунтів, лісових та болотяних угідь на території Житомирської, Рівненської та Волинської областей. Наслідками таких варварських дій може бути не виправна шкода, або цілковите винищення заповідних унікальних болотяно-лісових угідь Українського Полісся і, відповідно, унікальних флори, фауни і біоценозів. Тому питання збереження цих вразливих природних ареалів мешкання, за рахунок легалізації видобування бурштину і створення нормативних вимог з екологізації до видобуваючих підприємств на сьогодні стоїть дуже гостро і не може бути вирішене без додаткових заходів природоохоронного характеру.

2. Однією із головних проблем бурштинового промислу є безконтрольне скидання стічних вод підземного відбору у поверхневі водойми без будь-якого попереднього очищення. Ці води можуть негативно змінювати як фізичні так і хімічні характеристики цих водойм та нанести непоправну шкоду біорізноманіттю Полісся, змінивши його незворотно.
3. Технологічне вирішення проблеми стічних вод є цілком можливим, технічно необтяжливим і має наразі два напрямки: це утилізація стічних вод ДП «Бурштин України» і знешкодження роздрібнених стічних вод дрібного видобування бурштину (з врахуванням майбутньої його легалізації).
4. Для вирішення задачі утилізації та знешкодження стічних вод потрібні наступні прикладні наукові дослідження:
 - дослідження хімічного і мінералогічного складу ґрунтів з територій, де ведеться або планується видобуток бурштину;
 - дослідження і моніторинг хімічного складу зразків стічних вод;
 - дослідження і моніторинг зразків вод з джерел, звідки ведеться забір та водойм, до яких скидаються стічні води.

5. На підставі експериментальних досліджень та критичного аналізу літературних джерел встановлено, що необхідно провести розробку спеціальних водоочисних технологій з орієнтацією на наступні показники:

- для ДП «Бурштин України» зважаючи на високу потужність (біля 1000 м³/год) установки та максимальну екологічність;
- для дрібного видобутку з врахуванням невизначеності та мобільності місць видобутку, складності у пошуку висококваліфікованого технологічного персоналу, а відповідно максимальної простоти і безпечності установки потужністю від 25 м³/год, нерегулярно.

2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Методи і методики досліджень

2.1.1 Електронна мікроскопія

Електронна мікроскопія дозволяє за допомогою електронного мікроскопа досліджувати мікроструктуру тіл при збільшеннях до багатьох сотень тисяч разів (аж до атомно-молекулярного рівня), досліджувати їх локальний склад і локалізовані на поверхнях або в мікрооб'ємах тіл електричні і магнітні поля (мікрополя).

Як об'єкти досліджень електронна мікроскопія використовує в основному тверді тіла. Зразки товщиною від 1 нм до 10 мкм (тонкі плівки, фольга, зрізи та ін.) вивчаються в просвічуючих електронних мікроскопах (ПЕМ), в яких електрони з енергіями від 1 кев до 5 МеВ проходять крізь об'єкт. Непросвічуючі електронні мікроскопи: растрові (РЕМ), дзеркальні, іонні і електронні проектори досліджують структуру масивних тіл товщиною істотно більше 1 мкм [14].

Мікроскопічні дослідження зразків проводилися у центрі електронної мікроскопії інженерно-фізичного факультету НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Центр оснащений сучасними приладами

- скануючий електронний мікроскоп з енергодисперсійним мікроаналізатором РЭМ 106И,п
- просвічуючий електронний мікроскоп ПЭМ-У (модернізований);
- рентгенофлуоресцентний експресаналізатор хімічного складу "EXPERT 3L".

Технічні характеристики скануючого електронного мікроскопу РЕМ-106И

Параметри:

- діапазон визначуваних концентрацій, що визначаються 0,1-100 %;
- роздільна здатність в режимі високого вакууму (BE), 4нм;
- роздільна здатність в режимі низького вакууму (OE), 6нм;
- максимальний розмір зображення, pixels 1280×960;
- діапазон регулювання тиску у камері, 1...270Па;
- діапазон прискорюючих напруг, 0,5...30кВ;
- діапазон регулювання збільшення, ×15...100000;
- максимальний розмір об'єкта, 50мм;
- діапазон вимірювання лінійних розмірів, 0,2...5000мкм.

Границя припустимої основної похибки вимірювання лінійних розмірів, не більше:

- в діапазоні від 0,2 мкм до 0,8 μm , $\pm 40\text{nm}$;
- в діапазоні більше 0,8 μm до 5000 μm , $\pm 4\%$;

Діапазон елементів, що аналізуються:

- в режимі високого вакууму 12 Mg - 92U;
- в режимі низького вакууму 12Mg -92U;
- роздільна здатність EPC, 139eV.

Границі допустимої відносної похибки вимірювання масової частки елементу в діапазоні від 12Mg до 92U у складі масивних зразків, не більше:

- для елементів з діапазоном масової частки більше 10%, $\pm 4\%$;
- для елементів с діапазоном масової частки більше 1% до 10%, $\pm 20\%$;
- для елементів с діапазоном масової частки від 0,1% до 1%, $\pm 50\%$ [15].

2.1.2 Рентгенофлуоресцентний аналіз

Рентгенофлуоресцентний аналіз (РФА) відноситься до опромінювальних фізичних методів елементного аналізу складу аналізованих об'єктів, що містять елементи від Ca ($Z = 20$) до U ($Z = 92$). Особливістю методу РФА є можливість одночасного виконання аналізу якісного складу та кількісного вмісту елементів в складних багатокomпонентних сумішах з похибкою 1-2% при доволі малих зразках проби, в межах декількох грамів. Метод є експресним, навіть в ручному управлінні час аналізу одного зразка не перевищує 100 с. Унікальні можливості методу РФА дозволяють його використовувати в різних областях науки і техніки, а також в технологічних процесах в якості інструменту аналітичного контролю. Так, наприклад, в металургії, гірничодобувній та гірничопереробній промисловості визначають склад сплавів і ступінь збагачення руд. У машинобудуванні метод використовується для контролю ресурсів двигунів. У екоаналітичних лабораторіях визначають за допомогою даного методу вміст металів в стічних водах, ґрунтах, донних відкладеннях, в кормах і інших об'єктах навколишнього середовища. До переваг методу слід віднести також відносно просту технологію підготовки проб. Методом РФА досліджують рідини, порошки (однорідні, найчастіше таблетки) і компактні тверді тіла.

Метод заснований на аналізі характеристичного спектра вторинного флуоресцентного випромінювання проби, який виникає під дією більш жорсткого рентгенівського випромінювання. Спектральний склад вторинного випромінювання адекватно відображає елементний склад аналізованого зразка, оскільки атоми хімічних елементів мають свої характеристичні лінії, індивідуальні для даного елемента. Наявність в спектрі характеристичних ліній вказує на якісний склад проби, а вимір інтенсивності цих ліній дозволяє кількісно оцінити концентрацію речовини [16].

2.1.3 Рентгенофазовий аналіз

Основним завданням рентгенофазового аналізу є ідентифікація різних фаз в суміші на основі аналізу дифракційної картини, що дається досліджуваним зразком. Основним методом фазового аналізу є метод порошку, котори набув широкого поширення через його простоті і універсальності. Поступове вдосконалення методик рентгенофазового аналізу, поліпшення конструкції рентгенівських камер і рентгенівських установок, широке поширення легкозамінного електронних відпаяні трубок привели до повсюдного впровадження рентгенофазового аналізу в практику роботи хімічних лабораторій.

Широке застосування найбільш досконалих способів реєстрації рентгенівських променів (іонізаційні і сцинтиляційні лічильники) і удосконалення фотографічного методу (фокусують камери-монохроматори) розширили границі чутливості фазового аналізу і збільшили надійність ідентифікації фаз в найскладніших випадках [17].

Дослідження проводились у центрі рентгеноструктурного аналізу Rigaku інженерно-фізичного факультету НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Центр оснащений сучасним рентгенівським дифрактометром Ultima-IV, фірми Rigaku, Японія.

Технічні характеристики дифрактометру:

Рентгенівський генератор:

- максимальна потужність: 3 кВт;
- висока напруга: 20-60 кВ;
- струм трубки: 2-60 μ А;
- випромінювання: Cu (мідний анод).

Гоніометр:

- радіус гоніометру: 285 мм;
- розмір фокусу: 0.4 x 12 mm;

- діапазон вимірювання 2θ : $-3 \dots 162^\circ$;
- повністю автоматизоване юстування гоніометра;
- мінімальний крок: $0,0001^\circ$.

Оптика: Монохроматор: 2-х позиційний графітовий для трубки с медным анодом для оптики параллельного пучка и фокусирующей конфигурации / Graphite monochromator Cu (Flexible).

Детектор:

сцинтиляційний лічильник;

Висота зразка: 1050 мм.

Опції та приставки:

Модуль формування паралельного пучка.

Програмне забезпечення:

- якісний та кількісний фазовий аналіз;
- база даних дифрактограм ICDD PDF-2 або PDF-4;
- аналіз Рітвельда;
- аналіз кристалічності;
- аналіз залишкового аустеніту;
- аналіз залишкових напружень;
- побудова прямих та обернених полюсних фігур;
- функція розподілу орієнтувань[18].

2.1.4 Методика визначення загального солевмісту

Солеміри призначені для оперативного, постійного або вибіркового контролю якісного складу води і соляних розчинів, що використовуються як в побуті, так і в промисловості. Як об'єкт аналізу для солеміра може бути вода природного походження (вода озер, річок, підземних артезіанських

джерел), вода в акваріумах, водопровідна вода, вода колодязів і свердловин, а також, різні технічні соляні розчини.

Солемір діє за принципом, який заснований на аналізі електричної провідності аналізованої води щодо середовища, повністю очищеної від домішок. Відповідно, чим більше забруднена вода, тим менше її провідність. Такий аналіз дозволяє отримати повну і достовірну картину того, наскільки велика кількість з'єднань розчинено в аналізованій воді.

Аналіз відібраних проб, солемір здійснює, використовуючи електрохімічне обладнання - іоноселективний електрод. Результати отримані в ході вимірювання електродом подаються, шляхом електричного сигналу на мікропроцесорний пристрій - так званий блок обробки. Після чого, інформація з електричного сигналу аналізується, перетворюється і виводиться на дисплей солеміра.

Солеміри бувають стаціонарними і портативними.

Стаціонарний солемір - прилад, що вбудовується в водовід, або повністю, або тільки лише датчиком. При цьому, зазвичай використовується декілька датчиків або вбудованих солемірів: до очищення і після, що дозволяє наочно зіставити результати і оцінити ефективність системи очищення аналізованої середовища.

Портативний солемір - використовується для оперативного контролю придатності води в деякий момент часу і місця[19].

Одним із приладів наявних в лабораторії кафедри ТНР та ЗХТ використовувався портативний прилад HI98302 виробника Hanna Instruments (рисунок 2.1).

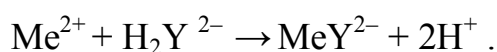


Рисунок 2.1 – Солемір HI98302

2.1.5 Методика визначення жорсткості води

Визначення загальної жорсткості води проводилися комплексонометричним методом згідно до нормативів «ДСТУ ISO 6059:2003 Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти».

При цьому іони кальцію та магнію утворюють комплексні сполуки з трилоном Б:



Піпеткою або мірною колбою відбирають 100 см³ аналізованого зразка води, переносять до конічної колби для титрування (об'ємом 250 см³), додають 5 см³ аміачного буферного розчину, 3–5 крапель індикатору хромового темно-синього. При цьому, якщо у воді є іони Ca²⁺ та Mg²⁺, розчин набуває фіолетово-малинового кольору. Розчин повільно титрують

0,05 М розчином трилону Б до утворення сіро-синього забарвлення. Загальну твердість води розраховують за формулою:

$$T_{B_{\text{заг}}} = \frac{V_1 C_1 \cdot 1000}{V}$$

де $T_{B_{\text{заг}}}$ – загальна твердість води, ммоль/дм³ ;
 V_1 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³ ;
 C_1 – концентрація розчину трилону Б, моль/дм³ ;
 V – об'єм зразка води, взятої для аналізу, см³ [20].

2.2 Дослідження складу вод Рівненського природного заповідника

Аналізи виконувалися в польових умовах та в умовах науково-дослідної лабораторії кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Методи аналізів: трилонометрія, крапельні тести, потенціометрія, кондуктометрія.

Оброблені результати первинних аналізів (польові умови), та уточнених аналізів (стаціонарні умови) наведені у таблиці 2.1.

Основні озера заповідника – Біле, Крисине, Сомине мають низький загальний солевміст та жорсткість (таблиця 2.1)[21].

Таблиця 2.1 – Результати аналізів води (осінь 2014 року)

№	Об'єкт	Показники		
		Загальний солевміст, мг/дм ³	pH	Загальна твердість, моль·екв/дм ³
1	2	3	4	5
Озеро Сомине				
1	Пірс оз. Сомине	133	7,22	1,97
2	Виток з оз. Сомине	126	7,1	1,35
3	Канал біля ДОТа	157	7,2	1
4	Канал біля ДОТа	188	7,42	2,01
5	Ставок с. Пугач	174	7,6	1,28
Об'єкт – масив Переброди				
1	Меліоративний канал на межі заповідника (кв. 45).	523	6,9	3,5
2	Оз. Крисине	86	6,6	1,6
3	Заповідник, кв. 18-19, каналізована ділянка русла	156	6,85	1,6
4	Меліоративний канал біля бобрової греблі, кв. 18.	154	6,1	5,5
5	Гатка, кв. 47.	110	6,3	1,4
6	Став Сатурн в місті перетоку до ст. Венера (став Венера – в пересохлому стані)	230	6,8	1,5
Озеро Біле Володимирецького району				
1	Річка Лоток біля моста (сел. Рудка)	190	6,9	1,3
2	Озеро Біле, пірс рятувальної станції	50	8,1	0,85
3	Місток через р. Березину (середина річки) по дорозі до сел. Озерці	38	7,5	0,92
4	Канал з болота біля р. Березина	48	7,3	1,2

Аналізи природних вод, виконані в межах Рівненського природного заповідника та у водоймах на безпосередньо прилеглих територіях дозволяють стверджувати, що:

- в межах заповідника на обслідуваних територіях води мають приблизно близький сольовий хімічний склад. Це свідчить, про те, кількість хімічних речовин, які потраплять до боліт та річок знаходиться у хімічний рівновазі з породоутворюючими мінералами. Вплив атмосферного переносу речовин-забрудників не виявляється;
- колірність води (яскравий темно-коричневий, «чайний» колір) може бути пояснений наявністю фульвокислот та гумінових кислот і є характерним для болотяних вод, в яких має місце активне торфоутворення та для водойм, які сполучаються з такими болотами;
- при порівнянні сольового складу досліджуваних вод із достатньо жорсткими чинними показниками якості на питну воду, можна виходити з наступного. В Україні для питної води дозволяється загальний солевміст не більше 1000 мг/дм^3 [22]. В природних водах Рівненського природного заповідника цей показник є в 2-10 разів нижчим, і це на фоні майже повної відсутності інших неорганічних речовин, в тому числі катіонів заліза(II) та заліза(III), катіонів амонію, катіонів важких металів, аніонів нітратної та фосфорної кислоти. Отже за сольовим складом вода відповідає чинним нормативам на питну воду і в цьому плані не потребує специфічних процедур її очищення-кондиціювання, більш того, такі води іноді потребують, навпаки, додаткової штучної ремінералізації.
- таким чином природні води з болотяних угідь Рівненського природного заповідника можна за ознакою «загальний солевміст» вважати резервом питної води загальнодержавного значення для України і треба вживати щодо них максимальних природоохоронних та специфічних водоохоронних заходів на місцевому, регіональному та державному рівні. Такі заходи мають носити як технічний і технологічний, так обов'язковий законодавчий

характер. В науково-практичному плані потрібні не разові аналізи стану водних об'єктів, а постійний їх моніторинг за участю різних груп спеціалістів: біологів, гідрологів, гідрохіміків, хіміків-технологів, фахівців з болотознавства, фахівців з техногенної безпеки.

2.3 Дослідження проб ґрунту

Були досліджені проби піщаного ґрунту із нелегальних свердловин Володимирецького району, околиці озера Біле. Мікроскопічний, елементний та рентгенофазовий аналізи проводилися у профільних лабораторіях інженерно-фізичного факультету НТУУ «КПІ».

Для порівняння з отриманими результатами, вміст кальцію у підзолистих ґрунтах 0,73 % (від сухої речовини ґрунту), у сірих лісових – 0,90 %, у чорноземах – 1,44 %, а в сіроземах – 6,04 % [6]. Води отримані, як супутній продукт видобутку бурштину ніяк не очищуються, та в забрудненому стані повертаються в водойми та ґрунти, солевміст яких дуже низький. Як результат такого техногенного впливу можемо, як наслідок спостерігати порушення природнього балансу рослинності, коли рослини, що є специфічними для даного регіону будуть заміщатися новими, не характерними видами, що надалі може спричинити спотворення водно-земельних ресурсів

2.3.1 Результати мікроскопічного дослідження ґрунту

Структура зразка типова для піщаного ґрунту. Специфічних вкраплень не має. Нижче наведені результати мікроскопічного елементного дослідження зразка у трьох точках.

Таблиця 2.2 – Елементний склад ґрунту (мікроскопія)

Елемент	похибка	%
Точка 1		
Al	16,53	1,51
Si	1,42	95,62
K	14,37	0
Ca	22,66	0,63
Fe	10,63	2,24
Точка 2		
Al	7,22	5,18
Si	1,49	88,25
Ca	21,45	0,88
Ti	12,41	1,93
Fe	9,14	3,77
Точка 3		
Al	5,12	6,33
Si	2,26	28,39
Ca	53,64	0,53
Ti	3,1	52,06
Fe	9,04	12,69

З результатів мікроскопії можемо зробити висновок, що в воді присутні йони кальцію, які можуть розчинятися.

2.3.2 Результати рентенофлуоресцентного дослідження ґрунту

Також був проведений рентгенофлуоресцентний аналіз проби ґрунту.

Таблиця 2.3 – Результати рентгенофлуоресцентного дослідження ґрунту

Елемент	Доля, %	Похибка, %	Елемент	Доля, %	Похибка, %
Mg	1,041	0,251	Fe	4,295	0,067
Al	2,951	0,154	Zn	0,037	0,005
Si	78,294	0,361	Rb	0,028	0,005
S	0,994	0,083	Sr	0,034	0,005
Cl	1,248	0,059	Zr	0,086	0,006
K	6,963	0,047	Te	0,102	0,025
Ca	2,080	0,286	Sm	0,102	0,036
Ti	1,634	0,120	Ta	0,013	0,006
Mn	0,098	0,019			

Отримані результати аналізу підтверджують наявність сполу кальцію у ґрунті. Також має місце високий вміст заліза і мангану, сполуки яких також

2.3.4 Визначення розчинності домішок піщаного ґрунту зі «свердловин» бурштинових родовищ.

Дослідження було проведене для підтвердження розчинності домішок ґрунту і можливості підвищення солемісту низько-солоних вод водоєм заповідника.

Дослідження проводилося протягом 42 днів у статичному режимі без контролю температури. Були взяті дві проби ґрунту масою 2г і поміщені в дистильовану воду об'ємом 50 та 100 см³. Нижче наведені графічні залежності загального солемісту від часу розчинення (рисунок 2.2, 2.3).

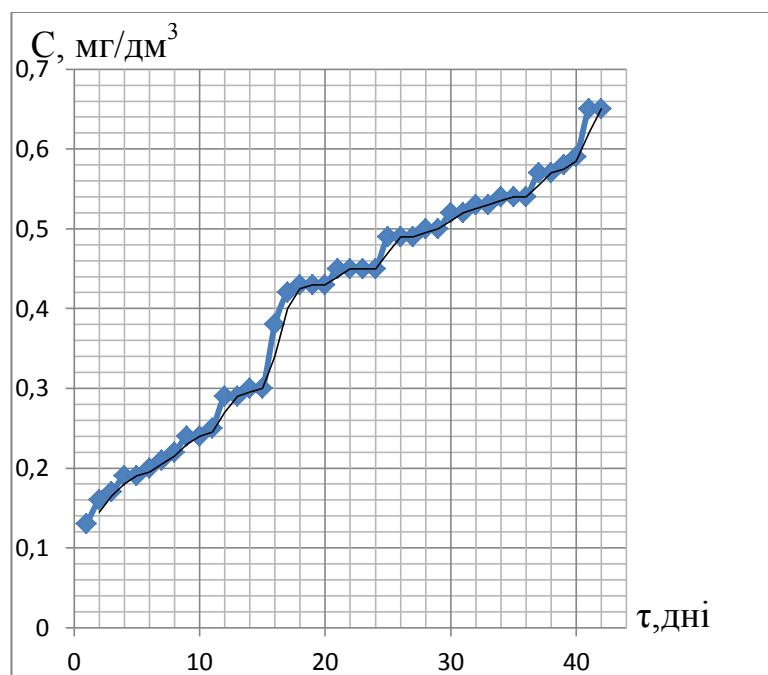


Рисунок 2.2 – Залежність зміни солемісту води при перебуванні проби ґрунту в 50 см³ води у часі

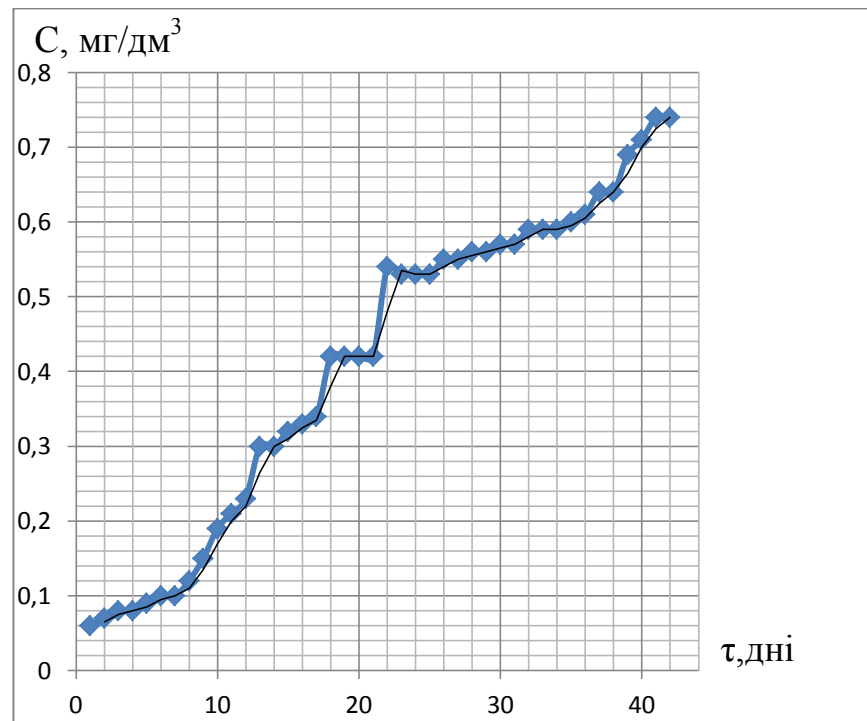


Рисунок 2.3 – Залежність зміни солемісту води при перебуванні проби ґрунту в 100 см³ води у часі

З проведених досліджень можемо зробити висновки про те, що піщаний ґрунт Володимирецького району має здатність підвищувати загальний солеміст низькозасолених вод водойм заповідника.

Висновки з проведених досліджень ґрунту.

1. Ґрунт не містить небезпечних токсичних речовин.
2. Вміст розчинного CaCO_3 достатньо високий (11%) для того, щоб підвищувати вміст напівмакроелементу кальцію в водоймах.
3. Виходячи із досліджень розчинності можемо бачити, що процес «вимивання» бурштину може справляти вплив на склад вод оточуючих його водойм.

2.2 Дослідження проб води

2.2.1 Дослідження фізичних показників води

Були визначені фізичні показники зразків води.

Таблиця 2.4 – Фізичні показники води

№	Розташування забору проби	Прозорість	Кольоровість	Запах
1	С. Рокитне (свердловина)	16	3	немає
2	Джерело	19	1	немає
3	с.Рудня Замисловичська(свердловина)	0	5	Слабкий гнилісний
4	р.Перга	20	2	немає
5	Джерело	20	2	немає

У зразку води отриманому з витоку мотопомпи висока каламутність та багато органічних часток, також є гнилісний запах.

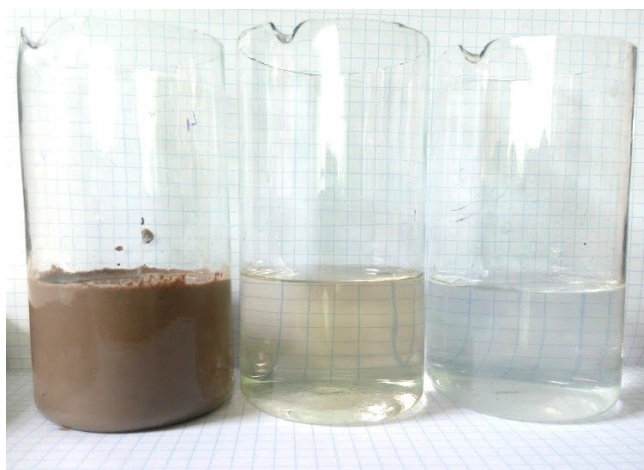


Рисунок 2.2 – Зразки води зі свердловини (1), річки Перга(2) та дистильованої води(3)

2.2.2 Визначення жорсткості та загального солевмісту проб води

Було визначено загальну жорсткість води та загальний солевміст у пробах відібраних безпосередньо у місцях нелегального видобутку бурштину, а саме в Володимирецькому районі Рівненської та в Олевському районі Житомирської областей. Визначення жорсткості проводилося титриметричним методом, а загального солевмісту портативним приладом HI98302 виробника Hanna Instruments.

Таблиця 2.5 – Загальна жорсткість води та солевміст у досліджених пробах

№ проби	Розташування забору проби	Жорсткість загальна, ммоль-екв/дм ³	Загальний солевміст, мг/дм ³
1	с. Рокитне (свердловина)	1,86	1,06
2	джерело 1	2,36	3,15
3	с.Рудня Замисловичська(свердловина)	0,72	0,72
4	р.Перга	1,36	0,73
5	джерело 2	0,60	0,45

Як бачимо, загальний солевміст поверхневих водойм не високий. Стосовно свердловин бачимо відносно підвищення солевмісту вод, що може кардинально повпливати на солевміст у, власне, водоймах. Солевміст джерела у с.Рокитне підтверджує те, що підземні води омивають кальцій-вмісні ґрунти.

2.3 Дослідження іонообмінних властивостей торфу. Визначення повної обмінної ємності.

Оскільки ми розглядаємо максимально екологічні та одночасно дешеві методи очищення вод, одним із можливих рішень є використання торфу як іонообмінного агенту у процесі знесолення води. Для перевірки іонообмінних властивостей торфу та їх якості проведені описані нижче дослідження.

Дослідження було проведене в статичних умовах. Для дослідження використовувався торф родовища у тісті Полонне Хмельницької області. Вологість проби – 28, 34%.

Проба торфу 1, 2 чи 5 г вносилося у 100 см³ розчину на три години. Потім визначалася остаточна жорсткість води після адсорбції. Експеримент проводився при кімнатній температурі.

Таблиця 2.6 – Результати дослідження іонообмінних властивостей торфу.

		Маса наважки, г	Об'єм титр. см ³	Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	Відсоток вилучення, %	ПОЄ, мг-екв/м ³
1	2	3	4	5	6	7
Проба зі свердловини у с.Рокитне С = 1,86 мг-екв/дм ³						
0,3280	2,3272	1,9992	11,9	1,19	36,02	33,51
0,3180	5,3160	4,9980	9,8	0,98	47,31	17,61
Розчин С = 10 мг-екв/дм ³						
0,7640	2,7748	2,0108	17,5	8,75	12,50	62,16
0,7929	2,7900	1,9971	17,9	8,95	10,50	52,58
0,7432	5,7914	5,0482	17,2	8,60	14,00	27,73
0,7745	5,7724	4,9979	16,5	8,25	17,50	35,01

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7
Розчин 1,62 мг-екв/дм ³						
0,7413	1,7366	0,9953	12,6	1,26	22,22	36,17
0,7447	1,7539	1,0092	12,8	1,28	20,99	33,69
0,7507	2,7520	2,0013	11,4	1,14	29,63	23,98
0,7568	2,7637	2,0069	12,8	1,28	20,99	16,94
Водопровідна вода 3,6 мг-екв/дм ³						
0,8435	5,8682	5,0247	3,4	0,68	81,11	58,11
0,8435	5,8620	5,0185	3,2	0,64	82,22	58,98
0,8435	5,8565	5,0130	3,5	0,70	80,56	57,85
0,8435	5,7620	4,9185	3,6	0,72	80,00	58,55

Виходячи із проведених досліджень можемо зробити висновки про те, що торф проявляє хороші іонообмінні властивості та може слугувати чудовим екологічним катіонітом для пом'якшення води перед поверненням її до водойм.

Недоліком знесолення води торфом, є те що він здатен давати вторинне забруднення у вигляді підвищення кольоровості води (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Проба вторинно забруднена торфом у порівнянні з дистильованою водою

2.5 Висновки з результатів проведених досліджень

1. В ході виконаних досліджень було визначено, що технологічні процеси, як легального так і нелегального добування бурштину створюють ризик негативного впливу на загальний солевміст та жорсткість води у водоймах Рівненської та Житомирської областей (у бік збільшення показників), де це добування активно ведеться сьогодні. Особливої шкоди можуть зазнати водні об'єкти Рівненського природного заповідника, водойми якого мають дуже низьку жорсткість води, для прикладу озеро Біле Володимирецького району – $0,89 \text{ мг} \cdot \text{екв} / \text{дм}^3$, в той час коли у свердловині, що знаходиться у менш ніж 3 кілометрах від нього $1,86 \text{ мг} \cdot \text{екв} / \text{дм}^3$, що більш ніж у два рази більше. Високий рівень ризику пов'язний з тим, що до поверхневих вод зі стічними мігрує непритаманний природно-біогенний елемент Кальцій.

2. Були проведені дослідження розчинності проб ґрунтів на наявність розчинних мінеральних домішок, які дали, нажаль, позитивні результати, що підтверджено також оптичною та електронною мікроскопією, елементним та рентгено-фазовим аналізами, які довели наявність в ґрунті високого вмісту кальцію у формі розчинного кальциту (не менше 2%).

3. Також було розглянуто можливість використання торфу, місце добування якого максимально наближене до покладів бурштину, як іонообмінного матеріалу для зниження жорсткості вод використаних в процесі добування бурштину. Були проведені дослідження щодо визначення іонообмінних властивостей торфу. Дослідження показали хороші результати (ступінь пом'якшення до 82%) та їх відтворюваність, що дозволяє припустити використання торфу, як іонообмінного агенту у схемі очищення

стічних вод. Відповідні експерименти продемонстрували достатню здатність торфу затримувати катіони кальцію.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД БУРШТИНОВОГО ПРОМИСЛУ

Як згадувалося вище існують два основні шляхи видобування бурштину – легальний та нелегальний, який потребує легалізації, а отже, і впровадження супутніх технологій екологізації виробництва. В обох випадках використовуються мотопомпи, різниця лише у їх продуктивності.

При дрібному «чорному» видобутку використовуються мотопомпи потужністю від 30 до 100 м³/год та одночасно у періодичному режимі працює не більше 20 помп, тобто максимальна кількість води, що використовується при дрібному добуванні 2000 м³/год. У цьому випадку до установки водоочищення стоїть ряд вимог.

1. Можливість широкого варіювання продуктивності установки, починаючи з найнижчої (25 м³/год).
2. Мобільність та максимальна компактність водоочисної установки, які дозволять транспортувати її до складних місць видобутку.
3. Мінімальні витрати електроенергії при максимальній ефективності, у зв'язку з відсутністю джерел стаціонарного енергопостачання у польових умовах та використанням автономних електрогенераторів, які викликають екологічне забруднення, а також не є енергоефективними і вимагають транспортування додаткового палива.
4. Мінімізована кількість небезпечних чи умовно небезпечних речовин у ході роботи установки.
5. Максимально прості алгоритми обслуговування роботи установки, аналітичного обладнання, які не вимагають постійної присутності виробничого персоналу.
6. Максимальна рентабельність та екологічність.

Щодо легального видобування свердловинним чи кар'єрним методами, де в обох випадках використовується вода, продуктивності значно вищі. В

цій ситуації найменша потужність установки, що може перекрити вимоги виробництва 1000 м³/год. В даній ситуації також є ряд вимог.

1. Максимально можлива потужність при мінімальному використанні реагентів на очистку.
2. Можливість встановлення періодичного режиму роботи, або накопичувачів, які можуть забезпечити постійний режим роботи.

Виходячи з того, що продуктивності і вимоги до технологічного оформлення установок водопідготовки значно різняться пропонується дві різні модифікації установок перша для ДП «Бурштин України» та друга для ліцензованого дрібного видобутку. Проблема утилізації концентрату мембранного модуля може вирішуватися шляхом закачки концентрату у свердловини.

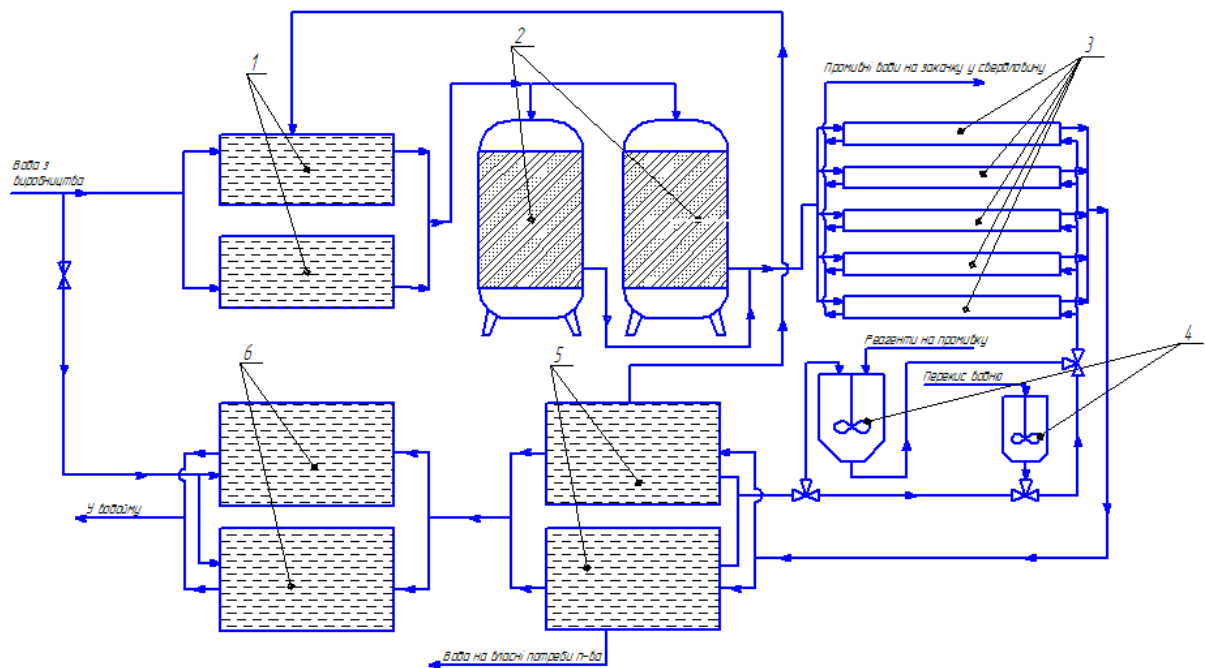
Для випадку промислового видобутку ДП «Бурштин України» пропонується стаціонарна установка на базі ультрафільтраційних мембранних елементів періодичної дії продуктивністю 1000 м³/год, з можливістю розширення встановленням додаткових блоків. Потреби у водопідготовці дрібного видобутку бурштину може задовольнити мобільна установка водопідготовки, яка включає в себе комплекс мішкових фільтрів та систему пом'якшення води у корпусних складних басейнах, що базується на використанні торфу, як іонообмінного агенту. Система не передбачає регенерації, а утилізація торфу та мішків з органічного волокна здійснюється попереднім ущільненням та спалюванням, як органічного палива.

3.1 Технологічне оформлення установки призначеної для водопідготовки ДП «Бурштин України».

Виходячи із заданої продуктивності та якості води, що отримується після добування бурштину пропонується встановлення стандартної схеми

водопідготовки на базі ультрафільтраційних мембранних елементів Filmtec виробництва корпорації Dow.

Технологічна схема включає в себе стадії коагуляції, механічного фільтрування та мембранні процеси.



1 – басейн накопичувач вихідної води; 2 – блок механічних фільтрів; 3 – блок ультрафільтраційних мембран; 4 – реагентне господарство; 5 – басейни накопичувачі очищеної води; 6 – басейни змішувачі.

Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема очищення стічної води ДП «Бурштин України»

Оскільки для повернення води в водойму вона має бути не остаточно знесолена, що передбачає установка, то для повернення 1000 м^3 води у водойму передбачаємо потужність установки в 500 м^3 . Вода накопичується в резервуарах 1 для забезпечення безперервного режиму роботи установки. Потім вода поступає на блок механічних фільтрів 2, заповнених кварцевим піском. Після механічного очищення вода поступає на блок ультрафільтраційних мембран 3, де знесолюється до рівня загального солевмісту $0,01 \text{ мг/дм}^3$. Далі вода поступає в басейни накопичувачі 4, звідки

основна частина надходить у басейни змішувачі 7, після чого направляється назад у водойму.

Також передбачено промивку та регенерацію мембранних елементів. Промивка відбувається з використанням підготовленої води з басейну чистої води 10 з дозуванням туди пероксиду водню насосом дозатором із резервуара 5. Регенерація мембранних елементів здійснюється реагентами приготованими реагентній станції 4.

Концентрат з мембранних елементів поступає на закачку у свердловини.

Також система може постачати воду на власні побутові потреби підприємства.

3.2 Підбір та розрахунок основного обладнання установки водопідготовки спроектованої для ДП «Бурштин України»

3.2.1 Розрахунок габаритних розмірів басейнів-накопичувачів та басейнів-змішувачів.

Басейни-накопичувачі та басейни змішувачі мають однакові розміри за рахунок однакової продуктивності. Споруджуються вони із заливного бетону із герметизацією.

Габаритні розміри басейнів-накопичувачів обираються згідно заданої продуктивності, а саме $2000 \text{ м}^3/\text{год}$. Пропонується спорудження двох басейнів довжиною 40 метрів, глибиною 6 метрів і шириною у 5 метрів. Загальний об'єм басейнів буде складати 2400 м^3 , що цілком і повністю задовольняє потреби виробництва.

3.2.2 Підбір та розрахунок засипних механічних фільтрів

Метою установки механічних фільтрів є очищення води від механічних домішок перед установкою ультрафільтрації.

Для даного виробництва пропонується використання напірних фільтрів TFB виробництва компанії «Eurowater», Данія продуктивністю 100 м³/год. Діаметр фільтра 2900 мм, об'єм наповнювача 7260 дм³, розхід води на зворотну промивку 27м³, габаритні розміри фільтрувальної установки при однобаковій установці - 4000x4200x3600 мм.

Для очищення 500 м³ води планується встановити 5 основних та одного додаткового фільтра.

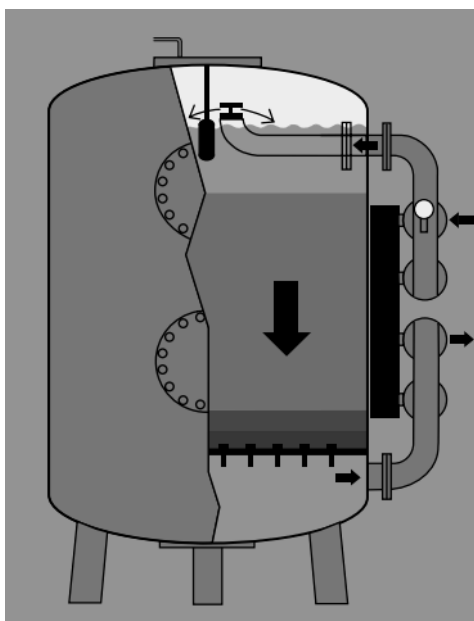


Рисунок 3.2 – Фільтр механічний

Завантаження фільтра – кварцевий пісок покращений (фірмова назва завантаження Filter AG).

Таблиця 3.1 – Властивості завантаження Filter AG[23]

Основні властивості	
Колір	Від світло-сірого до білого
Насипна густина	0,38 - 0,42 кг/дм ³
Густина істинна	2,25 кг/дм ³
Ефективний розмір зерен	0,67 мм
Коефіцієнт однорідності	1,8
Розмір часток	0,6 x 1,7 мм
Умови експлуатації	
Максимальна температура води, що обробляється	60 °С
Висота шару	610 - 910 мм
Вільний простір у фільтрі	50 % від висоти шару
Лінійна швидкість фільтрування	12 м/год
Лінійна швидкість при розпушуванні	20 - 24 м/год
Розширення шару при розпушуванні	20 - 40 % від висоти шару фільтрувального матеріалу
Гранична витрата води на розпушування	0,9 - 1 м ³ /м ³

1. Продуктивність установки: $Q_{ст.} = 500 \text{ м}^3/\text{год}$;
2. Швидкість фільтрування приймаємо, як 16 м/год.
3. Необхідна площа фільтрування, м²:

$$F \bullet \frac{Q_{cm}}{f} \bullet \frac{500}{16} \bullet 31,25 \text{ м}^2$$

4. Обираємо кількість фільтрів: $n = n_{раб} + n_{рез} = 5 + 1$
5. Необхідна площа фільтрування одного фільтра, м²:

$$f \bullet \frac{F}{n} \bullet \frac{31,25}{5} \bullet 6,25 \text{ м}^2$$

6. Характеристика стандартного фільтра, м/м²:

$$\frac{d}{f} \bullet \frac{2,9}{6,25} \bullet 0,47 \text{ м/м}^2$$

де $d = 2900$ мм; $f = 6,25$ м²

7. Дійсна швидкість фільтрування, м/год:

$$\omega_d = \frac{Q_{cm}}{f \cdot \pi} \cdot \frac{500}{6,25} \cdot 13,76 \text{ м/год}$$

8. Тип завантаженого матеріалу кварцовий пісок Filter AG.

9. Визначаємо для стандартного фільтра $h_{ш.} = 1,0$ м

10. Знаходимо тривалість фільтроциклу, ч:

$$T_{\text{ф}} = \frac{1000 \cdot f \cdot \pi \cdot h_{cl} \cdot T \cdot \pi}{Q_{cm} \cdot C_B} \cdot \frac{1000 \cdot 6,6 \cdot 1 \cdot 1,5}{500 \cdot 10} \cdot 10,89 \text{ ч}$$

де $f \cdot \pi$ - загальна грязеємність фільтрів, кг;

$\Gamma = 1,5$ кг/м³ – гранична грязеємність фільтрувального матеріалу;

$C_B = 10$ мг/кг – середня концентрація завислих речовин.

11. Добова кількість регенерацій усіх фільтрів, рег./добу:

$$m = \frac{24 \cdot \pi}{T_{\text{ф}}} \cdot \frac{24}{10,89} \cdot 4,9 \text{ рег./сут}$$

12. Гранична витрата води на розпушення фільтра: $i = 12$ кг/(с·м²):

13. Час розпушення фільтра $\tau_{розп} = 15$ хв.

14. Витрата води на розпушення, м³:

$$V_{\text{взр}} = \frac{f \cdot \pi \cdot \tau_{розп} \cdot i}{1000} \cdot \frac{6,6 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 10}{1000} \cdot 71,33 \text{ м}^3$$

15. Гранична витрата води на відмивання завантаження $a = 1$ м³/м³ (табл.3.1).

16. Витрата води на відмивку, м³:

$$V_{\text{отм}} = f \cdot \pi \cdot a \cdot 6,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 7,26 \text{ м}^3$$

17. Сумарна витрата води на регенерацію, м³:

$$V_{\text{г}} = V_{\text{взр}} + V_{\text{отм}} = 71,33 + 7,26 = 78,6 \text{ м}^3$$

18. Розхід води на власні потреби, м³/год:

$$q_{cm3}^{c.n} = \frac{V_{\text{г}} \cdot m}{24} \cdot \frac{78,6 \cdot 1,01}{24} \cdot 36,06 \text{ м}^3/\text{год}$$

19. Швидкість промивки $\omega_{отм} = 20$ м/год (табл 3.1).

20. Час відмивки, мин:

$$t_{\text{вм}} = \frac{V_{\text{отм}}}{f \cdot t_{\text{отм}}} = \frac{7,26}{6,6 \cdot 20} = 3,3 \text{ хв}$$

21. Сумарний час регенерації фільтра, хв:

$$t_{\text{р}} = t_{\text{п}} + t_{\text{вм}} = 36,06 + 3,3 = 39,3 \text{ хв}$$

3.2.3 Розрахунок установки ультрафільтрації

Установка ультрафільтрації складається з певної кількості мембранних елементів, що задовольняють вимоги продуктивності та якості води, що отримується на виході.

Для даної системи пропонується використання мембранних елементів DOW SFP-2880 фірми Dow Chemical. Вони виготовлені з гідрофілізованого полівініліденфториду (ГПВДФ) і мають високу міцність і хімічну стійкість. Розмір пор даних ультрафільтраційних мембран 0,03 мкм.

Кожен мембранний елемент являє собою корпус з розташованими всередині пучками полімерних трубчастих мембран діаметром (0,7÷2,0) мм. Площа фільтрації одного елемента – 77 м², напрямок фільтрації – ззовні всередину. Елементи DOW SFP-2880 характеризується високою щільністю "упаковки" мембран, високими питомими потоками і гідродинамікою всередині волокон, що виражається в меншій схильності до засмічення внутрішніх напірних каналів мембран.

Забезпечення середньодобової продуктивності по очищеній воді становить 500 м³/год, необхідно знайти кількість обраних мембранних елементів за формулою 3.1.

$$n = \frac{Q_c \cdot 1000}{S \cdot q} = \frac{500 \cdot 1000}{77 \cdot 120} = 55, \quad (3.1)$$

де n – кількість мембранных елементів, Q_c – продуктивність модулю, $\text{м}^3/\text{год}$, S – площа 1-го мембранного елементу, м^2 , q – питома продуктивність елементу, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Встановлюємо 5 мембранных елементів, як додаткові, отже загальна кількість мембранных елементів 60.

Для видалення забруднень з поверхні мембран необхідно розрахувати витрати води на зворотну промивку.

$$Q_{\text{п}} = \frac{n \cdot S \cdot q_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}}}{1000 \cdot 3600} = \frac{55 \cdot 77 \cdot 120 \cdot 40}{1000 \cdot 3600} = 5,65, \quad (3.2)$$

де $Q_{\text{п}}$ – витрати води на зворотну промивку, м^3 , $q_{\text{п}}$ – питома витрата води на промивку для 1 елементу, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, $t_{\text{п}}$ – тривалість однієї промивки, с.

Кількість зворотних промивок, яка приходить на отримання 1000 м^3 УФ пермеату становить:

$$n_{\text{п}} = \frac{1000 \cdot 60}{Q_{\text{п}} \cdot t} = \frac{1000 \cdot 60}{5,65 \cdot 60} = 2, \quad (3.3)$$

де t – частота зворотних промивок.

При роботі УФ модулю на поверхні мембран накопичуються частинки розміром більше $0,03 \text{ мкм}$. Для збільшення ефективності їх відмивки з поверхні мембран при зворотній промивці в воду дозуються окисники. В даній технології використовується пероксид водню. Кількість 100% пероксиду водню, що витрачається на одну зворотну промивку становить :

$$m_{100\% \text{пероксиду}} = Q_{\text{п}} \cdot C_{100\% \text{пероксиду}} = 5,65 \cdot 30 = 169,4, \quad (3.4)$$

де $m_{100\% \text{H}_2\text{O}_2}$ – маса 100% -го пероксиду водню, що витрачається на 1 промивку, г; $C_{100\% \text{NaOCl}}$ – доза 100% -го пероксиду, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

У перерахунку на товарну форму – 30% пероксиду водню, маса товарного H_2O_2 , що витрачається на 1 промивку становитиме:

$$m_{30\%\text{пероксиду}} = \frac{m_{100\%\text{пероксиду}} \cdot 100}{30 \cdot 1000} = \frac{169,4 \cdot 100}{30 \cdot 1000} = 0,56, \quad (3.5)$$

де $m_{30\%\text{пероксиду}}$ – маса 30%-го пероксиду водню, кг.

При зворотних промивках не відмиваються абсолютно всі частинки, що забили пори мембрани або відклалися на поверхні, тому необхідно періодично проводити СЕВ та СІР промивки. СЕВ промивка складається з тих же стадій, що й зворотна, але з додаванням більшої кількості реагентів. СІР промивка – хімічне реагентне очищення мембран. Проводиться приблизно раз на рік. Витрата води для приготування промивного розчину становить :

$$V_{CIP} = n \cdot V_p = \frac{55 \cdot 500}{1000} = 27,5, \quad (3.6)$$

де V_{CIP} – об'єм води, необхідний на приготування промивного розчину м^3 .

На отримання 1000 м^3 необхідно провести СІР промивок :

$$n_{CIP} = \frac{1000}{t_p \cdot f_{CIP} \cdot Q_c} = \frac{1000}{24 \cdot 60 \cdot 500} = 0,0014, \quad (3.7)$$

де t_p – години роботи модуля за добу, год/добу, f_{CIP} – кількість діб між СІР промивками, діб.

Розрахуємо витрати реагентів, необхідних для приготування миючого розчину.

Гіпохлорит натрію у товарній формі (15%) :

$$m_{NaOCl} = \frac{C_{NaOCl} \cdot V_{CIP} \cdot 100}{15} = \frac{2 \cdot 27,5 \cdot 100}{15} = 367,6, \quad (3.8)$$

де m_{NaOCl} – маса товарного гіпохлориту, необхідна для приготування миючого розчину, г, C_{NaOCl} – доза гіпохлориту для СІР, г/дм³.

HCl у товарній формі (35%):

$$m_{\text{HCl}} = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{CIP}} \cdot 100}{35} = \frac{2 \cdot 27,5 \cdot 100}{35} = 157,15, \quad (3.9)$$

де m_{HCl} – маса товарної HCl, необхідна для приготування миючого розчину, г, C_{NaOCl} – доза HCl для СІР, г/дм³.

NaOH у товарній формі (100%):

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{CIP}} \cdot 100}{100} = \frac{1 \cdot 27,5 \cdot 100}{100} = 27,5, \quad (3.10)$$

де m_{NaOH} – маса товарного NaOH, необхідна для приготування миючого розчину, г, C_{NaOH} – доза NaOH для СІР, г/дм³.

Кількість очищеної води, яка використовується на промивки в рік:

$$V_{\text{сум.}} = Q_{\text{п}} \cdot n_{\text{п(рік)}} + V_{\text{CIP}} \cdot n_{\text{CIP(рік)}} = \quad (3.11)$$

$$5,65 \cdot 8640 + 6 \cdot 27,5 = 48952,2 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Для оцінки роботи модулю використовують поняття проникності мембран P – відношення питомої витрати фільтрату до перепаду тиску на мембрані.

$$P = \frac{q}{\Delta P} = \frac{120}{0,21} = 571,4, \quad (3.12)$$

де P – проникність мембрани, дм³/(м²/год/МПа), ΔP – падіння тиску на мембрані, МПа.

Так як проникність залежить від температури, необхідно скорегувати значення проникності для робочої температури води, що становить 35 °С.

$$P^{10} = P \cdot T_{\text{к}} = 571,4 \cdot 0,85 = 845,7, \quad (3.13)$$

де P^{35} – проникність мембрани при робочій температурі, T_k – температурний коефіцієнт [24].

Гідравлічний ККД процесу ультрафільтрації визначається як відношення потоку фільтрату до сумарного потоку вихідної води, що подається на установку. Чим частіше для установки проводиться процедура зворотного промивання, тим нижчий гідравлічний ККД установки.

$$\text{ККД} = \frac{t_p \cdot Q_c - t_{\text{п}} \cdot Q_{\text{п}}}{t_p \cdot Q_c} \cdot 100 = \frac{86400 \cdot 500 - 40 \cdot 5,65}{86400 \cdot 500} = 99,9. \quad (3.14)$$

Отже ККД ультрафільтраційної установки має високе значення, що свідчить про доцільність її використання в якості попереднього очищення.

Одним із основних постачальників станцій УФ в Україні є НПО «Екософт». Ультрафільтраційні блоки оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг параметрів роботи модулів. Перемикання режимів роботи модуля здійснюється:

- автоматично від автоматичної системи управління;
- в ручному режимі з клавіатури місцевого контролера.

Кожен ультрафільтраційний блок підключається до таких колекторів:

- колектору подачі фільтрованої води;
- колектору відведення УФ-пермеата;
- колектору подачі зворотної промивки;
- колектору подачі стислого повітря;
- колектору подачі розчинів СІР-промивки;
- колектору відведення розчинів СІР-промивки;

В комплект постачання кожного блоку входить щит управління модулями з програмованим логічним контролером, що підключається до автоматичної системи управління установкою.

3.2.4 Дозувальна станція пероксиду водню

Станція дозування пероксиду водню призначена для проведення щоденних промивок мембранних елементів в ній зберігається, при потребі може розводитися та дозуватися розчин пероксиду водню.

Станція дозування пероксиду водню виробництва складається з:

- витратної ємності 2000 дм³;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 60 дм³/год;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 1000 дм³/год;
- бочкового насосу продуктивністю 5000 дм³/год;
- запірної арматури, трубної обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на рамі.

Станцію оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг роботи дозаторів та рівня робочого розчину у витратній ємності.

Щит управління станції підключається до автоматичної системи управління установкою.

Електрична потужність станції – 1 кВт.

Габаритні розміри станції – 1500х2500х1800мм.

Вага станції в робочому стані – 3000 кг.

3.2.5 Дозувальна станція соляної кислоти

Дозувальна станція призначена для проведення одного з етапів СІР-промивки мембранних елементів та відноситься до реагентного господарства.

Станція дозування соляної кислоти виробництва ООО "НПО "ЕКОСОФТ" (Україна) складається з:

- витратної ємності 1000 дм³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 1000 дм³/год;
- бочкового насосу продуктивністю 5000 дм³/год;

- запірної арматури, трубої обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Станцію оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг роботи дозаторів та рівня робочого розчину у витратній ємності.

Щит управління станції підключається до автоматичної системи управління установкою.

Електрична потужність станції – 1 кВт.

Габаритні розміри станції – 1500х2500х1800 мм.

Вага станції в робочому стані – 1300 кг.

3.2.6 Дозувальна станція гідроксиду натрію

Станція дозування гідроксиду натрію виробництва складається з:

- витратної ємності 1000 дм³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 500 л/год;
- запірної арматури, трубої обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на одній металевій рамі.

Станцію оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг роботи дозаторів та рівня робочого розчину у витратній ємності.

Щит управління станції підключається до автоматичної системи управління установкою.

Електрична потужність станції – 0,5 кВт.

Габаритні розміри станції – 1500х2500х1800мм.

Вага станції в робочому стані – 1500 кг.

3.2.7 Установа глибокої промивки мембран

Установа глибокої або СІР-промивки мембран складається з:

- ємності 3 м³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- насосу продуктивністю 60 м³/год;
- картриджного фільтру продуктивністю 60 м³/год;
- електронагрівача потужністю 18,5 кВт;
- запірної арматури, трубої обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на одній металевій рамі.

Установку оздоблено всіма необхідними приладами контролю.

Управління установкою здійснюється по місцю.

Електрична потужність установки – 25 кВт.

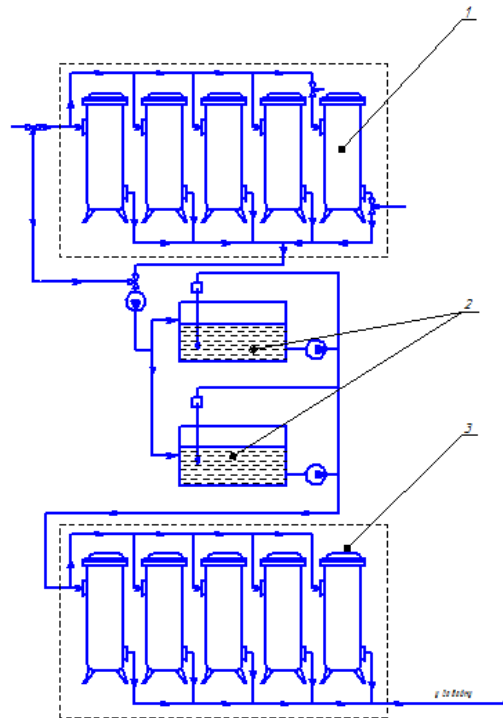
Габаритні розміри установки – 2000х4500х2000мм.

Вага установки в робочому стані – 4000 кг.

Для накопичення очищеної води пропонується спорудження басейнів аналогічних за розмірами басейнам накопичувачам вихідної води.

Для змішування вихідної води пропонується встановлення двох басейнів загальним об'ємом 1000м³. Габаритні розміри – довжина 20 м, ширина та глибина – 5 м.

3.3 Технологічне оформлення установки призначеної для очищення стічних вод дрібного промислового видобутку бурштину.



1 – блок префільтрів; 2 – басейни з торфом; 3 – блок постфільтрів.

Рисунок 3.3 – Принципова технологічна схема очищення стічних вод добування бурштину.

Принципова технологічна схема очищення стічних вод добування бурштину дрібних виробництв зображена на рисунку 3.3. Продуктивність одного модуля установки $100 \text{ м}^3/\text{год}$, але вона може збільшувати свою продуктивність залежно від кількості встановлених модулів.

Першою стадією технологічного процесу є накопичення води у каркасних басейнах-накопичувачах забруднених вод, також ці басейни можуть слугувати для створення циклічної схеми водопостачання видобутку бурштину. Далі вода поступає на блок мішкових фільтрів 1, де з неї видаляються механічні домішки розміром більше 50 мкм . У випадку якщо вода має не високу каламутність стадію фільтрування через мішкові фільтри можна пропустити.

Після фільтрування вода поступає у басейни-знесолювачі 2 з торфом, де знаходиться протягом 2 годин, перемішування пульпи здійснюється за рахунок перекачування її з одного басейну у інший.

Після знесолювання торфом пульпа з води і торфу поступає на блок механічних мішкових фільтрів, де з неї виділяються механічні домішки розміром більше 20 мкм. Після забивання механічних фільтрів вони перегружаються у машину транспортер та відправляється на прес, а з годом на подальше спалювання, як паливо.

3.4 Підбір і розрахунок основного обладнання дрібного видобутку бурштину

3.4.1 Підбір мішкових фільтрів

Зважаючи на польові умови робіт, не високий рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу та високу екологічність, як у стадії префільтрації, так і у стадії постфільтрації пропонується встановлення рукавних фільтрів ВРН-1 виробництва компанії «Райфіл» Китай. Основні характеристики фільтра наведені нижче у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні характеристики фільтра BFH-1[25]

Продуктивність	20 м ³ /год
Рейтинг фільтрації	5-100 мкм
Робочий тиск	0 - 10 атм
Втрата тиску при чистому фільтрі	0,1 - 0,2 атм
Розміри підключень	DN50
Температура	0 – 75 °С
Ступінь автоматизації	Ручна промивка і чистка фільтрувального елемента
Матеріал корпусу	Нержавіюча сталь
Матеріал фільтроелемента, корзини	Нержавіюча сталь
Матеріал фільтроелемента, мішка	поліпропілен
Висота	1500 мм.
Діаметр	219 мм.

Виходячи із продуктивності одного фільтра для обох стадій обираємо блоки із шести фільтрів, де 5 фільтрів – основні та 1 додатковий на час ручної заміни фільтрувальних мішків чи поламки одного із них.

У першому та другому випадках встановлюємо поліпропіленові фільтрувальні мішки з рейтингом фільтрації відповідно 50 та 20 мкм.

3.4.2 Вибір басейнів-фільтрів та басейнів накопичувачів

Загальний об'єм басейнів для пом'якшення води торфом 200 м³. Оскільки конструкції мають бути максимально зручними у збірці та транспортуванні пропонується використання каркасних басейнів. Обираємо каркасний виробництва однойменної фірми Китай, основні характеристики якого наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні характеристики каркасного басейну Intex 28262 [26]

Властивість	Параметри
Форма	кругла
Матеріал басейну	поліпропілен
Матеріал каркасу	метал
В комплект входить	Підстилка, накриття
Об'єм	55 м ³
Вага	140,8 кг
Висота	1,32 м

Виходячи із продуктивності установки необхідно 2 басейни для циклічного постачання і накопичення води та 4 басейни для проведення процесу пом'якшення, а також додатковий басейн у випадку аварійних ситуацій.

3.4.3 Підбір насосів

Насоси обираються згідно умов та продуктивності. Вода у басейни накопичувачі закачується із свердловин грязевим насосом ГНОМ 100х25 продуктивністю 100м³/год. Вода подається на фільтри першого та другого ступеню також центробіжним горизонтальним насосом ГНОМ 100х25 українського виробництва продуктивністю до 100 м³/год. Для процесу зважування часток торфу пропонується встановлення двох насосів ГНОМ 140х10 продуктивністю 140 м³/год та збірної системи трубних решіток з отворами.

Таблиця 3.4 –Характеристика насосів, що використовуються у даній технології [27].

Марка насоса	Продуктивність, м ³ /год	Тиск, м	Потужність, кВт	Частота обертання, об/мин	Діаметр з'єднання, мм	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
ГНОМ 100х25	100	25	11	3000	80	385×410×785	100
ГНОМ 140х10	140	10	11	3000	80	350×300×800	112

3.4.4 Розміщення та обслуговування установки

Пропонується розміщення фільтрувального обладнання установки на двох автоприцепах у спеціальних пластикових розбірних термобоксах, габаритні розміри яких $1730 \times 1020 \times 580$ см. Транспортувати їх пропонується у горизонтальному стані. Маса одного термобокса у сухому стані фільтрів приблизно 250 кг. Для простоти вертикального встановлення фільтрувального обладнання пропонується оснащення кожного бокса домкратом.

Басейни пропонується встановлювати безпосередньо на місці робіт. Зважаючи на те, що загальна вага басейнів біля 900 кг, а насосного обладнання біля 550 кг, а вага додаткового обладнання з автоматизації та обслуговування, а також змінних мішків біля 30 кг, пропонується розміщення боксів з домкратами на двох окремих причепах, вантажопідйомністю до 400 кг, а басейни, насосне та додаткове обладнання на ще двох додаткових причепах або у супутньому транспорті.

Генератор встановлюється на додатковому причепі. Пропонується встановлення дизельного генератора DAREX-ENERGY однойменного виробника. Характеристики наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики дизельного генератора

Характеристика	Параметр
Виробник	DAREX-ENERGY
Кількість фаз:	3
Тип палива:	дизельне
Максимальна потужність	70 кВА (56 кВт)
Номінальна потужність	63 кВА (50 кВт)
Номінальна напруга:	400/230 В
Двигун:	RICARDO
Об'єм двигуна:	4,33 дм.куб
Кількість циліндрів:	4
Генератор	STM
Місткість баку:	170 дм.куб
Витрата палива:	15 дм.куб/час
Охолодження:	водяне
Габарити, Д х Ш х В:	255х95х135 см
Вага	1150 кг

4 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Питання екологічних наслідків видобування бурштину почало підійматися на рівні державних органів лише в останні кілька років. Причиною цьому стало розширення нелегального видобутку бурштину варварськими методами. Єдиною можливістю мінімізації негативних впливів бурштинового промислу на навколишнє середовище є його ліцензування та жорсткий контроль вже ліцензованої діяльності.

Розроблені у даній роботі принципові схеми установок є першими існуючими на території України схемами по очищенню стоків видобування бурштину як у великих промислових масштабах підприємством «Бурштин України» так і у масштабах дрібних підприємств, що здійснюють видобуток за дрібними ліцензіями. В першому випадку очищення води пропонується проводити з побудовою стаціонарного відділення на території підприємства, а у другому пропонується схема, що може бути достатньо мобільною зважаючи на те, що самі установки для дрібного видобутку є мобільними, оскільки протягом одного тижня місцезосташування видобутку може змінюватися на відстані до 50 кілометрів, що робить будь-яку централізацію очищення стоків практично неможливою.

4.1 Економіко-організаційні розрахунки приведені для схеми організації відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України»

У розроблюваному відділенні підприємства має працювати 10 осіб.

1. Інженер-технолог (1 особа) – є відповідальним за розробку та коригування технології водопідготовки; налаштування обладнання та здійснення аналітичного контролю виробництва;
2. Оператори обладнання (6 осіб) – роблять висновок щодо справності обладнання та технологічних параметрів виробництва, регулюють

подачу реагентів, проводять промивки мембранних модулів та фільтрів, здійснюють аналітичний контроль виробництва та ін.

3. Прибиральники (3 особи) – здійснення прибирання територій та сприяння операторам обладнання в очищенні басейнів та фільтрувального обладнання.

4.1.1 Технологічна підготовка виробництва

Класифікація виробничих процесів

Виробничий процес – це сукупність взаємозв'язаних процесів праці і природних процесів, в результаті яких вихідна сировина і матеріали перетворюються в готову продукцію[28].

На даному підприємстві присутні наступні виробничі процеси:

7. Розробка технології водопідготовки.
8. Механічне фільтрування на кварцових фільтрах.
9. Стадія мембранного розділення на УФ-мембранах.
10. Аналітичний контроль виробництва.
11. Проведення промивок основного обладнання.
12. Приготування промивочних розчинів для основного обладнання.
13. Чистка і обслуговування басейнів.
14. Прибирання цеху та прилеглих територій.

Виробничі процеси класифікують на:

- * *основні* – ті, без яких не функціонує підприємство;
- * *допоміжні* – обслуговують основні процеси;
- * *підсобні* – обслуговують допоміжні процеси;
- * *бічні* – переробка відходів.

Класифікація виробничих процесів наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Класифікація виробничих процесів

Основні	Розробка технології водопідготовки. Механічне фільтрування на кварцових фільтрах. Стадія мембранного розділення на УФ-мембранах.
Допоміжні	Аналітичний контроль виробництва. Проведення промивок основного обладнання. Приготування промивочних розчинів для основного обладнання.
Підсобні	Чистка і обслуговування басейнів. Прибирання цеху та прилеглих територій.

Середньорічні показники роботи підприємства

Підприємство працює сім днів на тиждень у три зміни, тривалість зміни 8 годин, незважаючи на офіційні свята. У році 52 тижні. Кількість днів у році 365. Кількість робочих днів у році 365.

Нехай тривалість одного виробничого циклу становить 24 години. За один виробничий цикл виготовляється 1000 м^3 води.

Середньорічна тривалість роботи виробництва:

$$T_{ВЦ}^{C.P.} = \frac{24 \cdot D_k}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{ВЦ}^{\phi},$$

де D_k – кількість календарних днів у році;

24 – кількість годин на добу;

T_p, D_p – тривалість роботи цеху протягом доби і кількість робочих днів цеху протягом року;

$T_{вц}^{\phi}$ – фактична тривалість.

$$T_{\text{вц}}^{\text{с.р.}} = \frac{24 \cdot 365}{365 \cdot 24} \cdot 24 \text{ год} = 24 \text{ год}.$$

Кількість партій продукції, що випускаються за один цикл:

$$V_{\text{вц}} = 1 \text{ (500 м}^3\text{) води.}$$

Кількість виробничих циклів на протязі року:

$$n_{\text{вц}} = \frac{365 \cdot 24}{24} = 365 \text{ циклів.}$$

Річний випуск продукції для паралельного ВРПП:

$$V_{\text{річн}} = V_{\text{вц}} \cdot n_{\text{вц}},$$

$$V_{\text{річн}} = 24 \cdot 365 \cdot 1000 = 8\,760\,000 \text{ м}^3 \text{ води.}$$

За 1 добу очищується 24000 м³ води.

Чисельність персоналу

Для операторів обладнання робочий тиждень має вигляд: 7 днів на тиждень, режим роботи у три зміни тривалість робочої зміни 12 годин. Для інженера-технолога робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи (9:00-18:00). Прибиральники працюють за гнучким графіком 5 днів на тиждень протягом 8-ми годин. Отже сумарна явочна кількість робочого персоналу складає $\text{Ч}_{\text{яв}} = 4$ людини.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; сюди включають сумісників.

$$T_{\text{вир}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год};$$

$$T_{\text{вир}}^{\text{н.у.}} = \frac{365 \cdot T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 \cdot (T_{\text{св}} + 1) = \frac{365}{7} \cdot 40 \cdot (0 + 1) = 2084 \text{ год};$$

$$\mathcal{C}_{\text{сп}} = \mathcal{C}_{\text{яв}} + K_{\text{пер}};$$

$$K_{\text{пер}} = T_{\text{вир}} / T_{\text{вир}}^{\text{н.у.}};$$

$$K_{\text{пер}} = 8760 / 2022 = 5;$$

$$\mathcal{C}_{\text{сп}} = 12 + 5 = 17 \text{ осіб.}$$

Таблиця 4.2 – Графік змінності

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1
2	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2
3	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в
4	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в	1	1	в	в	2	2	в	в

4.1.2 Технологічний контроль на виробництві

Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес. На виробництві проводяться вхідний, проміжний та вихідний контроль. Вхідний та проміжний контроль параметрів роботи установки проводиться аналізаторами, результати роботи яких виводяться на монітор інженера технолога та операторів. Вихідний контроль води проводиться ручними методами аналізу інженером-технологом.

Контроль вихідної води ведеться за рядом параметрів і при невідповідності їх необхідним умовам роботи установки інженер-технолог може корелювати режими роботи.

При невідповідності якості проміжної та вихідної проб води інженер технолог робить висновки щодо проведення змін технологічного режиму проведення промивок та ремонтних робіт системи водоочищення.

Результати усіх перевірок заносяться в електронний та паперовий журнали реєстрації аналізів води.

Об'єктами технічного контролю є вихідна, проміжна та остаточно очищена вода. За технічним рівнем, усі стадії контролю проводяться в ручну інженером-технологом. За ступенем охоплення об'єктів контроль поопераційний. За об'ємом вибірковий. Уся вода, що була відібрана на аналіз в цикл не повертається. Оскільки для проведення технологічного контролю відбираються невеликі кількості води вони не відіграє важливої ролі те, чи вода повернеться у систему підготовки.

Технолог аналізує дані отримані при всіх видах контролю якості.

4.1.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

До складу споживання оборотніх засобів, що використовуються даним підприємством для випуску продукції належать:

1. Реагенти на промивку та дезінфектанти;
2. Електроенергія
3. Заробітна плата і нарахування
4. Запасні частини та матеріали
5. Реагенти на технічний аналіз

Баланс використання оборотніх фондів

1. Розрахунок витрати електроенергії

Потужність обладнання $N = 70$ кВт

Оскільки потужність більше 27,5 кВт (1 клас напруги) згідно тарифів маємо 190,96 коп/кВт год (в т.ч ПДВ 31,83 коп/кВт год)[29], тарифні коефіцієнти – нічний 0,35, денний 1,8.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

$$B_{23.007.00} = 12 \cdot 365 \cdot 91 \cdot 0,35 \cdot 70 \cdot 585 \cdot 484 \text{ грн/рік,}$$

$$B_{7.0023.00} = 12\,365\,191\,70\,1,8 = 1\,053\,870 \text{ грн/рік.}$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$Z_{\text{електр}} = 585484 + 1053870 = 1639353 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

2. Заробітна плата:

Кількість робочих годин на рік:

$$* \text{ для операторів обладнання: } \Phi_p = \frac{365}{8} (8 - 4) \cdot 12 = 2190 \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

$$ЗП = 4 \cdot 2 \cdot 28 \cdot 2190 \left(1,4 \cdot \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \right) = 555\,968 \frac{\text{грн}}{\text{рік}},$$

де 28 грн – ставка працівника за годину

40% – доплата працівникам за роботу у нічний час.

Так як виробництво безперервне, то робітники працюють і в традиційні свята. За це їх тарифна ставка збільшується вдвічі.

$$ЗП = 11 \cdot 24 \cdot 28 \cdot 1 = 7392 \text{ грн/рік.}$$

Заробітна плата 8 операторів за рік:

$$ЗП = 555\,968 + 7392 = 563\,360 \text{ грн/рік.}$$

За місяць: $563\,360 / 12 = 46947$ грн

За місяць ЗП 1 оператора: $46947 / 8 = 5868$ грн, що цілком задовольняє рівень мінімальної заробітної плати в 3200 грн.

Таблиця 4.3 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість	ЗП, грн
Інженер-технолог	1	15000
Оператор обладнання	8	46 947
Прибиральники	3	12 000
Всього	10	73 947

Виходячи із вище наведених розрахунків:

$$\text{ФОП} = 73\,947 \cdot 12 \cdot 1,22 = 1\,082\,584 \text{ грн}$$

22% – нарахування на З/П визначене законодавством України

3. Витрати на реагенти для промивки та дезінфектанти

$$B = \frac{m \cdot n_{\text{пром.}} \cdot C_{\text{реаг.}}}{1000}$$

де m – маса реагенту, що витрачається на одну промивку;

$n_{\text{пром.}}$ — кількість промивок протягом року;

$C_{\text{реаг.}}$ — ринкова вартість 1 дм³ реагенту;

1000 – коефіцієнт перерахунку.

Пероксид водню

$$B_1 = \frac{0,56 \cdot 8760 \cdot 28}{1000} = 138\,501 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Гіпохлорит натрію

$$B_2 = \frac{183,3 \cdot 6 \cdot 200}{1000} = 220 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

де 183,3 – об'єм гіпохлориту натрію на одну промивку, см³,

6 – кількість промивок,

200 – вартість одного літра гіпохлориту натрію, грн.

Хлоридна кислота

$$B_3 = \frac{157,15 \cdot 6 \cdot 170}{1000} = 160 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Гідроксид натрію

$$B_4 = \frac{165 \cdot 6 \cdot 200}{1000} = 33 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Загальні витрати на реагентне господарство:

$$B = 138\,501 + 160 + 220 + 112 = 138\,914 \text{ грн/рік}$$

Витрати на обслуговування обладнання

1. Ремонт та обслуговування насосного обладнання (мастильні матеріали та ін.) – 3000 грн.
2. Ремонт та обслуговування басейнів на території відділення (герметики, миючі засоби та ін.) – 2000 грн.
3. Ремонт та обслуговування механічних фільтрів – 2000 грн.
4. Витрати на засипку.

Заміна засипки фільтрів відбувається один раз на 3 роки, та відбувається лише у двох працюючих фільтрах, заміна засипки у запасному передбачається раз на 10 років.

$$B_{\text{зас.}} = \frac{C_{\text{зас.}} \cdot V_{\text{зас.}} \cdot n}{\tau},$$

де $C_{\text{зас.}}$ —ціна одного літра засипки, грн.

$V_{\text{зас.}}$ —об'єм засипки одного фільтра;

n – кількість фільтрів засипка яких підлягає заміні.

τ – час експлуатації фільтра, років.

$$B_{\text{зас1.}} = \frac{50 \cdot 7260 \cdot 5}{3} = 605\,000 \text{ грн},$$

$$B_{\text{зас2.}} = \frac{50 \cdot 7260}{10} = 36\,300 \text{ грн},$$

$$B_{\text{зас.}} = B_{\text{зас1.}} + B_{\text{зас2.}} = 605\,000 + 36\,300 = 641\,300 \text{ грн.}$$

5. Ремонт та обслуговування мембранної установки

Кількість основних мембранних елементів 55, додаткових – 5. Строк служби одного мембранного елемента близько 10 років.

$$B_{\text{ф.е.}} = \frac{C_{\text{ф.е.}} \cdot n_{\text{ф.е.}} \cdot \varphi}{\tau},$$

де $C_{ф.е}$ – ціна одного фільтроелемента;
 $n_{ф.е.}$ – кількість фільтроелементів;
 φ – коефіцієнт позапланової заміни;
 τ – час експлуатації до заміни, років.

$$B_{ф.е.} = \frac{12\,000 \cdot 60 \cdot 1,2}{10} = 86\,400 \text{ грн.}$$

Обслуговування супутнього обладнання – 10 000 грн

Таблиця 4.4 – Зведена таблиця оборотніх засобів

Стаття витрат	Сума, грн
Реагенти та дезінфектанти	138 914
Завантаження механічних фільтрів Filter Ag ⁺	641 300
Фільтроелементи	86 400
Електроенергія	1 639 354
ФОП	1 267 092
Додатковий ФОП	126 709
Супутні витрати	17 000
Всього:	3 916 769

Таблиця 4.5 – Основні фонди.

Стаття	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Спорудження басейнів	8	25 000	200 000
Спорудження будівлі		80 000	80 000
Механічні фільтри	6	95 000	570 000
УФ - установка:			799 000
Мембрані елементи	60	12 000	720 000
Ротаметри	5	1 200	6 000
Каркас установки	1	23 000	23 000
Трубопровідна апаратура		50 000	50 000
Елементи автоматизації		90 000	90 000
Трубопровідна арматура		45 000	45 000
Лабораторне обладнання		120 000	120 000
Насосне обладнання		80 000	80 000
Нематеріальні активи		30 000	30 000
Всього:			1 164 000

Амортизація складає 232 800 грн

Час експлуатації ОФ – 10 років

Амортизаційні відрахування

$$A = 232\,800 / 10 = 23\,280 \text{ грн/рік}$$

Норма амортизації:

$$H_a = 1/10 \cdot 100 \% = 10 \%$$

Розрахунок техніко-економічних показників

1. Річна собівартість продукції:

$$C = \text{Обз} + A = 3\,916\,769 + 23\,280 = 4\,149\,569 \text{ грн/рік.}$$

$$C_{ед.пр.} \cdot \frac{C_{рік}}{B_{рік}} = \frac{4149569}{1000 \cdot 24 \cdot 356} \cdot 0,49 \frac{грн.}{м^3}$$

2. Капіталовкладення:

$$K = OF + O\delta Z = 1\,164\,000 + 3\,916\,769 = 5\,080\,769 \text{ грн.}$$

Розрахунок інших техніко-економічних показників для даного відділення є недоцільним, оскільки воно як окремий відрозділ екологізації виробництва не приносить прямого економічного прибутку, і вкладається в кінцеву вартість добутого бурштину. Орієнтовне підвищення вартості кілограму бурштину-сирцю може підвищитися на 150 – 300 грн, що становить 3-10 % від ринкової його вартості.

4.2 Економіко-організаційні розрахунки приведені для схеми організації відділення очищення стічних вод для дрібного видобутку. У розроблюваному відділенні підприємства має працювати 10 осіб.

1. Інженер-технолог (1 особа) – є відповідальним за розробку та коригування технології водопідготовки; налаштування обладнання та здійснення аналітичного контролю виробництва; виїзди для контролю якості води;
2. Оператори обладнання (3 особи) – роблять висновок щодо справності обладнання та технологічних параметрів виробництва, регулюють подачу реагентів, проводять промивки мембранних модулів та фільтрів, здійснюють аналітичний контроль виробництва та ін, транспортування частин установки.
3. Водії (3 особи) – транспортування частин установки, сприяння роботі оператора обладнання.

4.2.1 Технологічна підготовка виробництва

Класифікація виробничих процесів

На даному підприємстві присутні наступні виробничі процеси:

1. Розробка технології водопідготовки.
2. Механічне фільтрування на мішкових фільтрах.
3. Стадія іонного обміну у торф'яних басейнах.
4. Аналітичний контроль виробництва.
5. Транспортування та установка основного та допоміжного обладнання.
6. Чистка і обслуговування басейнів.
7. Заміна фільтроелементів.

Класифікація виробничих процесів наведена у таблиці 2.5.

Таблиця 4.6 – Класифікація виробничих процесів

Основні	Розробка технології водопідготовки. Механічне фільтрування на мішкових фільтрах. Стадія іонного обміну у торф'яних басейнах.
Допоміжні	Аналітичний контроль виробництва. Транспортування та установка основного та допоміжного обладнання. Заміна фільтроелементів.
Підсобні	Чистка і обслуговування басейнів.

Середньорічні показники роботи підприємства

Підприємство працює шість днів на тиждень у дві зміни, тривалість зміни 8 годин, незважаючи на офіційні свята. У році 52 тижні. Кількість днів у році 365. Кількість робочих днів у році 312.

Нехай тривалість одного виробничого циклу становить 24 години. За один виробничий цикл виготовляється 100 м^3 води.

Середньорічна тривалість роботи виробництва:

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{С.Р.}} = \frac{24 \cdot D_{\text{к}}}{T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}} \cdot T_{\text{ВЦ}}^{\text{ф}},$$

де $D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів у році;

24 – кількість годин на добу;

$T_{\text{р}}, D_{\text{р}}$ – тривалість роботи відділення протягом доби і кількість робочих днів цеху протягом року;

$T_{\text{вц}}^{\text{ф}}$ – фактична тривалість.

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{С.Р.}} = \frac{24 \cdot 365}{312 \cdot 16} \cdot 42 \text{ год} = 42 \text{ год}.$$

Кількість партій продукції, що випускаються за один цикл:

$$V_{\text{вц}} = 42 \cdot 100 \text{ м}^3 \text{ води.}$$

Кількість виробничих циклів на протязі року:

$$n_{\text{вц}} = \frac{365 \cdot 24}{42} = 209 \text{ циклів.}$$

Річний випуск продукції для обраного ВРПП:

$$V_{\text{річн}} = V_{\text{вц}} \cdot n_{\text{вц}},$$

$$V_{\text{річн}} = 209 \cdot 1600 = 334400 \text{ м}^3 \text{ води.}$$

За 1 добу очищується 1600 м^3 води.

Чисельність персоналу

Для операторів обладнання і водіїв робочий тиждень має вигляд: 6 днів на тиждень, режим роботи у 2 зміни тривалість робочої зміни 8 годин. Для

інженера-технолога робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи з вільним графіком. Отже сумарна явочна кількість робочого персоналу складає $\text{Ч}_{\text{яв}} = 3$ людини.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; сюди включають сумісників.

$$T_{\text{вир}} = 312 \cdot 16 = 4992 \text{ год};$$

$$T_{\text{вир}}^{\text{н.у.}} = \frac{365 \cdot T_{\text{св}}}{7} = \frac{365 \cdot 116}{7} = 1538 \text{ год};$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв}} + K_{\text{пер}};$$

$$K_{\text{пер}} = T_{\text{вир}} / T_{\text{вир}}^{\text{н.у.}};$$

$$K_{\text{пер}} = 4992 / 1783 = 3;$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = 3 + 3 = 6 \text{ осіб.}$$

Таблиця 4.7 – Графік змінності

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в
2	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1
3	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2	2	в	1	1	в	2

4.2.2 Технологічний контроль на виробництві

Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес. На виробництві проводяться вхідний, проміжний та вихідний контроль. Всі види контролю якості проводить інженер-технолог експрес методам аналізу.

Усі види контролю проводяться на місці роботи установки. Контроль вихідної води проводиться при зміні джерела води, щ поступає на установку.

За результатами аналізу приймається рішення щодо можливості експлуатації джерела та вибір схеми підготовки води.

Проміжний та кінцевий контроль проводиться один раз на місяць чи за потребою. При невідповідності якості проміжної та вихідної проб води інженер технолог робить висновки щодо проведення змін технологічного режиму чи відправки установки на ремонт.

Результати усіх перевірок заносяться в журнал реєстрації аналізів води.

Об'єктами технічного контролю є вихідна, проміжна та остаточно очищена вода. За технічним рівнем, усі стадії контролю проводяться в ручну інженером-технологом. За ступенем охоплення об'єктів контроль поопераційний. За об'ємом вибірковий. Уся вода, що була відібрана на аналіз в цикл не повертається. Оскільки для проведення технологічного контролю відбираються невеликі кількості води вони не відіграє важливої ролі те, чи вода повернеться у систему підготовки.

Технолог аналізує дані отримані при всіх контролях якості.

4.2.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

До складу споживання оборотніх засобів, що використовуються даним підприємством для випуску продукції належать:

1. електроенергія або паливо;
2. заробітна плата і нарахування;
3. фільтрувальні мішки;
4. торф;
5. супутні витрати.

Баланс використання оборотніх фондів

1. Розрахунок витрати електроенергії або палива

Потужність обладнання $N = 50$ кВт

Оскільки потужність більше 27,5 кВт (1 клас напруги) згідно тарифів маємо 190,96 коп/кВт год (в т.ч ПДВ 31,83 коп/кВт год)[29], тарифні коефіцієнти – нічний 0,35, денний 1,8.

Підприємство працює 16 годин на добу 312 днів на рік

$$B_{23.00-7.00} = 10 \cdot 312 \cdot 1,91 \cdot 0,35 \cdot 50 = 104\,286 \text{ грн/рік},$$

$$B_{7.00-23.00} = 6 \cdot 312 \cdot 1,91 \cdot 50 \cdot 1,8 = 62\,575 \text{ грн/рік}.$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$Z_{\text{електр}} = 104\,286 + 62\,575 = 166\,858 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

При використанні генератора максимальна витрата на паливо:

$$Z_{\text{д.п.}} = 16 \cdot 312 \cdot 15 \cdot 20 = 1\,497\,600 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Бачимо, що витрати на дизельне паливо значно перевищують можливі витрати на електроенергію, але у зв'язку з відсутністю можливості підключення до електромереж ця вартість обґрунтована.

2. Заробітна плата:

Кількість робочих годин на рік:

$$* \text{ для операторів обладнання: } \Phi_p = \frac{312}{6} (6 - 2) \cdot 12 = 2496 \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

$$ЗП = 3 \cdot 2 \cdot 34 \cdot 2190 (1,4 \cdot 0,375 + 0,625) = 585\,562 \frac{\text{грн}}{\text{рік}},$$

Де 34 грн – ставка працівника за годину

40% – доплата працівникам за роботу у нічний час.

За місяць: $585\,562 / 12 = 48\,797$ грн

За місяць ЗП 1 оператора: $16\,256 / 6 = 8\,133$ грн.

грн, що цілком задовольняє рівень мінімальної заробітної плати в 3200 грн.

Таблиця 4.8 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість	ЗП, грн
Інженер-технолог	1	15000
Оператор обладнання	3	24 399
Водії	3	24 399
Всього	7	63 796

Виходячи із вище наведених розрахунків:

$$\text{ФОП} = 63\,796 \cdot 12 \cdot 1,22 = 933\,985 \text{ грн}$$

22% – нарахування на З/П визначене законодавством України

3. Витрати на фільтрувальні мішки.

Заміна п'яти фільтрувальних мішків відбувається раз на добу, а інших п'яти при використанні на водах Рівненської області один раз на тиждень, отже:

$$З_{\text{ф.м}} = 232 \cdot \left(5 \cdot 312 + \frac{5 \cdot 312}{7} + 20 \right) = 418263 \text{ грн.},$$

де 232 – ціна одного мішка;

20 – додаткові мішки на аварійну заміну.

4. Витрати на торф.

На день витрачається біля восьми тон вологого торфу, ринкова ціна однієї тони в межах 100 – 300 грн, що включає транспортування торфу чистого та відпрацьованого.

$$З_{\text{торф}} = 180 \cdot 8 \cdot 312 = 374\,400 \text{ грн.}$$

5. Витрати на обслуговування обладнання 24 000 грн/рік.

6. Супутні витрати 24 000 грн/рік

Таблиця 4.9 – Зведена таблиця оборотних засобів

Стаття витрат	Сума, грн
Дизельне паливо	1 497 600
Заробітна плата і нарахування	933 985
Фільтрувальні мішки	418 263
Торф	374 400
Витрати на обслуговування обладнання	24 000
Супутні витрати	24 000
Всього:	3 272 248

Таблиця 4.10 – Основні фонди.

Стаття	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Основне обладнання:			
Механічні фільтри ВРН-1	12	21 500	258 000
Басейни Intex 28262	7	17 400	121 800
Насосне обладнання:			
Насос ГНОМ 100х25	3	14 000	42 000
Насос ГНОМ 140х10	2	18 000	36 000
Допоміжне обладнання:			
Термобокс	2	3 500	7 000
Причеп	4	3 200	12 800
домкрат	2	500	10 00
Трубна арматура	1	20 000	10 000
Предмети автоматизації	1	25 000	25 000
Генератор	1	240 000	24 0000
Всього:			763 600

Амортизація складає 77 000 грн

Час експлуатації ОФ – 10 років

Амортизаційні відрахування

$$A = 77\,000/10 = 7\,700 \text{ грн/рік}$$

Норма амортизації:

$$H_a = 1/10 \cdot 100 \% = 10 \%$$

Розрахунок техніко-економічних показників

Річна собівартість продукції:

$$C = \text{ОБЗ} + A = 3\,272\,248 + 7\,700 = 3\,279\,948 \text{ грн/рік.}$$

$$C_{\text{ед.пр.}} \bullet \frac{C_{\text{рік}}}{B_{\text{рік}}} \bullet \frac{3\,279\,948}{1600 \cdot 12} \bullet 6,57 \frac{\text{грн.}}{\text{м}^3}$$

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОБЗ} = 763\,600 + 3\,279\,948 = 4\,043\,548 \text{ грн.}$$

Розрахунок інших техніко-економічних показників для даного відділення є недоцільним, оскільки воно як окремий підрозділ екологізації виробництва не приносить прямого економічного прибутку, і вкладається в кінцеву вартість добутого бурштину.

Таблиця 4.11 – Порівняльна характеристика ОФ відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України» та підприємств з дрібного бурштинового видобутку

ОФ відділення підприємства дрібного видобутку				ОФ відділення ДП "Бурштин України"			
Стаття	К-сть	Ціна, грн	Сума, грн	Стаття	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Основне обладнання:				Спорудження басейнів			280 000
Механічні фільтри	12	21 500	258 000	Механічні фільтри	6	95 000	570 000
Басейни	7	17 400	121 800	УФ - установка:			799 000
Насосне обладнання:			78 000	Елементи автоматизації		90 000	90 000
Допоміжне обладнання:			30800	Трубопровідна арматура		45 000	45 000
Предмети автоматизації			25 000	Лабораторне обладнання		120 000	120 000
Генератор	1	240 000	240 000	Насосне обладнання		80 000	80 000
Всього:			763 600	Нематеріальні активи		30 000	30 000
				Всього:			1 164 000

Таблиця 4.12 – Порівняльна характеристика ОБЗ відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України» та підприємств з дрібного бурштинового видобутку

Стаття витрат	ДП «Бурштин України»	Малі підприємства з видобутку
	грн/рік	
Витрати на електроенергію	1 497 600	1 639 354
ФОП	933 985	1 393 801
Розхідні матеріали	816 663	866 614
Супутні витрати	24 000	17 000
Всього	3 272 248	3 916 769

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Далі приведений перелік заходів аварійної та пожежної безпеки у відділеннях очистки стічних вод на ДП «Бурштин України» та на підприємствах дрібного видобутку бурштину, що знаходяться у польових умовах.

З технологічної схеми відділення очищення стічних вод можна зробити висновки про те, що у обох вищезгаданих випадках присутні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: пожежо-небезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна енергія. У випадку відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України» присутні також агресивні та токсичні речовини та енергія хімічних реакцій.

До небезпечного обладнання можна віднести обладнання під тиском, електричне та обладнання механічної дії.

При проектуванні відділень прийнято проектні рішення, що задовольняють вимоги охорони праці та пожежної профілактики.

5.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних факторів на проєктованих об'єкті

Проекти виконано з урахуваннями охорони праці та пожежної безпеки виробництва. В даному розділі на основі аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів (ШНВФ) нами розроблено заходи і засоби що до створення на об'єкті здорових, безпечних умов праці і пожежної безпеки [30].

Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99 робимо висновок, що роботи на обох проєктованих виробництвах відносяться до категорії середньої важкості відповідно Пб та Па. У таблиці 5.1 наведені оптимальні значення параметрів

мікроклімату прийняті проектом для ДП «Бурштин України» та дрібних видобуваючих виробництв. Що стосується дрібного видобутку бурштину – нормування мікроклімату робочої зони неможливе через польові умови праці. Шкідливі речовини в даному випадку не використовуються, тому засоби спец захисту теж не передбачено.

У цеху водопідготовки ДП «Бурштин України» передбачається використання агресивних та шкідливих речовин, але обладнання оснащене технологіями вловлення випарів і пилу, тому небезпеки для працюючих вони не несуть.

У випадку аварій та обслуговування обладнання для захисту персоналу від пилу передбачені засоби індивідуального захисту: протипилевого одягу, респіраторів, захисних окулярів, протигазів.

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон, розташованих по всьому периметру робочої зони.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація - передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укриття місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються термометри та психрометри.

Таблиця 5.1 – Оптимальні значення параметрів мікроклімату

Період року		Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с					
			Оптимальна	Допустима				оптимальна на робочому місці	Допустима на робочому місці	Оптимальна, не більше	Допустима, не більше				
				Верхня межа		Нижня межа									
				На робочих місцях											
				Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних					Для постійних і непостійних		Для постійних і непостійних	
Холодний	Середньої важкості - Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4					
Теплий		20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5					
Холодний	Середньої важкості - Пб	18-20	27	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4					
Теплий		21-23	27	29	15	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5					

В таблиці 5.2 наведено коротку характеристику шкідливих речовин, допустимих у виробництві, вивільнених в процесі перевезення, зберігання і переробки з характеристикою його токсичності.

Таблиця 5.2 - Перелік шкідливих речовин, що використовуються у процесі виробництва

Назва виробничої ділянки	Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	Клас небезпечності шкідливої речовини	Засоби індивідуального захисту: тип, марка	Засоби допікарняної допомоги	Клас виробництва згідно з СН 245-71	Санітарна група згідно СНиП 2.0904-87
УФ-установка	Пероксид водню	Подразнює шкіру та слизові оболонки.	3	костюм сукопний – ГОСТ 12.4.137-2001; Рукавиці.	Має токсичну дію лише при потраплянні в шлунок та на слизові оболонки. У такому випадку потрібне промивання великою кількістю води	3	Пб
УФ-установка	Гідроксид натрію	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок	3	Рукавиці	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок, засоби допікарської допомоги промивання проточною водою, розчин оцтової кислоти, суха пов'язка	3	Пб
УФ-установка	Соляна кислота	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок	2	Рукавиці, респіратор або протигаз	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок, засоби допікарської допомоги промивання проточною водою, розчин питної соди, суха пов'язка	3	Пб
УФ-установка	Гіпохлорит натрію	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок	2	Рукавиці, респіратор або протигаз	Викликає опіки шкіри та слизових оболонок, засоби допікарської допомоги при потраплянні на шкіру розчину: промивання проточною водою, суха пов'язка. При потраплянні у дихальні шляхи: свіже повітря, молоко.	3	

5.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 у відділенні водопідготовки ДП «Бурштин України» виконуються роботи VIIIв розряду зорових умов. Щодо установки для дрібного видобутку тут виконуються роботи за зоровими умовами, які відносять IVв та VIII розрядів.

В проекті передбачено використання суміщеного освітлення – поєднання бічного двостороннього і штучного освітлення. До штучного відносяться: робоче, аварійне і ремонтне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком – 4200 Лм.

Для аварійного й евакуаційного освітлення передбачене застосування ламп розжарювання, поміщених у світильник "Альфа", а також переносних світильників "Універсаль" УП-200, напругою 12В.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Щодо установки дрібного видобутку. Природне освітлення, що прийняте проектом, повномірне з причин, які ми згадували раніше. Вся функціональна частина, яка відноситься до категорії роботи IVв виконується вдень при повноцінному денному світлі. У ночі ж спостереження відбувається лише за щитом керування, який добре підсвічується, в випадку поломки буде використовуватися аварійне освітлення.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 в мобільній системі водопідготовки буде використовуватися штучне освітлення таких видів: робоче та аварійне.

Робоче освітлення здійснюється для щита керування у темний час доби. Освітлення виконується за допомогою діодних ламп. Аварійне освітлення вмикається при поламці в установці при потребі оператора.

5.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

У цеху водоочищення ДП «Бурштин України» основними джерелами шуму є мішалки та насоси також електроприводи обладнання. Згідно ДСН 3.3.6.037 - 99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях дорівнює $L_n = 80$ дБА.

Також в цеху підготовки сировинної суміші існують джерела, що викликають вібрацію. До них відносяться габаритне устаткування і його вузли, які обертаються з великою швидкістю.

Щодо відділення водоочищення дрібного видобутку єдиним джерелом шуму та вібрацій є дизельний генератор та насоси.

Методи захисту від шуму та вібрацій аналогічні в обох вищезгаданих проектах.

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні облицьовані матеріалами які поглинають шум. Створюються мал шумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

Щодо вібрації – мінімізовані контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Для зменшення вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

5.4 Електробезпека

Проектом відділення водопідготовки ДП «Бурштин України» передбачено здійснення живлення електроустаткування від трифазної 4-х провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_l) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування $U_d = 2\text{В}$, а $I_l = 0.3\text{мА}$; при аварійному - відповідно 36В і 6мА . Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи

$I_l = 0,3\text{ ма}$ і $U_{пр} = 2\text{ В}$, при часі дії до 10 хв/добу;

- в аварійному режимі роботи:

$I_l = 6\text{ ма}$ і $U_{пр} = 36\text{ В}$, при контакті більше 1 с.

Однофазний дотик зустрічається набагато частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається лінійна напруга.

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_l = \frac{U_\phi}{R_l + R_0}, \text{ мА},$$

де $U_\phi = 220\text{ В}$ – фазна напруга, В; $R_l = 2000\text{ Ом}$ – опір тіла людини, Ом; $R_0 = 30\text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_l = \frac{220}{2000 + 30} \approx 0,1098 \text{ А} \approx 109,8 \text{ мА},$$

При цьому напруга дотику складе:

$$U_{\text{дот}} = I_l \cdot R_l = 0,1098 \cdot 2000 \approx 219,6 \text{ В}.$$

Висновок: розрахувавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, і порівнявши їх з значеннями, що допустимі і нормовані за ГОСТ 12.1.038 – 82 ми бачимо, що експлуатація таких установок та порушення вимог ПУЕ є небезпечною для здоров'я і життя людини. Тому необхідно вжити заходів, щодо забезпечення електробезпеки.

Для захисту від електрики впроваджено такі заходи: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень

прокладкою проводів у металевих трубах, схованої, у металорукавах; установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пилонепроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування. Передбачене використання захисного одягу та пристроїв: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція, застосування малих напруг. Блокування в системах пуску і зупинки обладнання. Недоступність струмоведучих частин. Передбачений систематичний контроль ізоляції. До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також звукову та світлову сигналізацію.

Щодо відділення очищення стічних вод дрібного видобутку – клас установки за електробезпечністю - без підвищеної небезпеки.

Єдине місце у технологічній схемі, де людина може отримати ураження струмом в випадку цієї схеми – це насоси. Ураження струмом від металевих частин насосів можливе лише при порушенні цілісності ізоляції. Живлення установки відбувається від генератора або від центральної лінії електропередач. До заходів захисту від ураження струмом належить посадова інструкція та наявність ізоляції.

5.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

Експлуатація решіток, змішувачів, фільтрів, біофільтрів, насосів, компресорів дозволяється персоналу, який пройшов спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці і має посвідчення про здачу іспиту на право роботи на даному виді устаткуванні[22].

З боку технологічних процесів, у відділеннях очистки стічних вод є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм:

- обертові деталі;
- апарати під тиском (до 0,6 МПа).

Можливі падіння людей з висоти 6м, тому вони вони огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Основними причинами аварійних ситуацій є:

- Розгерметизація технологічного обладнання через арматуру та ущільнення в фланцевих з'єднаннях трубопроводів в зв'язку зі зносом обладнання, порушенням технологічного режиму.
- Порушення технологічного режиму в результаті відмови в системі автоматичного керування та регулювання технологічного процесу.

Щодо установки дрібного видобутку бурштину, для екстреної зупинки роботи установки передбачено використання кнопки зупинення роботи установки «Стоп» на щиті керування. Для підтримки устаткування у справному стані передбачено своєчасне проведення її технічного обслуговування та ремонту.

Для забезпечення безпеки процесу передбачені такі заходи:

- технологічна схема прийнята з мінімально можливим набором апаратів при забезпеченні потрібної якості товарної продукції;
- доступ до апаратів нічим не ускладнений, усі апарати установки знаходяться у межах доступу людини;
- передбачено комплексну автоматизацію установки, сигнальні датчики, що сигналізують про зміну картриджів фільтрів, що

забезпечують контроль обладнання. Також усе керування установкою винесене на щит керування.

- Не використовуються токсичні речовини.

5.6 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху водоочищення ДП «Бурштин України» можуть бути:

- перенавантаження електрообладнання;
- механічне пошкодження електромережі;
- прямий удар блискавки в будівлю.

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання стрижневих блискавковідводів.

Будівля корпусу очищення води, де знаходиться відділення очищення води, збудована з негорючого матеріалу другого ступеня вогнестійкості. В якості сигналізації встановлені датчики типу ПОСТ 1 та телефонний зв'язок.

З метою дотримання правил пожежної безпеки у проекті передбачено такі запобіжні заходи: розділення апаратів протипожежними перегородками на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, ємності з піском і пожежні щити. Передбачається захист ізоляції від теплового впливу. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стержневим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними по області застосування й по робочому діапазоні температур. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

У даному розділі розроблено заходи, які направлені на створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки відповідно до санітарних норм і правил.

Під час розробки проекту:

- наведено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення;
- створено сприятливу для роботи систему освітлення, а також проведено розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- передбачено застосування засобів захисту від виробничого шуму та вібрацій;
- наведено перелік електрозахисних засобів колективного та індивідуального захисту;
- вжито всіх можливих заходів щодо безпеки технологічних процесів та обслуговування обладнання;
- з метою дотримання правил пожежної безпеки проведено ряд заходів відповідного захисту.

Пожежна безпека при роботі на установці очищення стічних вод дрібного видобутку бурштину.

В якості сировини використовується добре займиста речовина - торф, причиною самозаймання може бути також займання електропроводки.

Можливими причинами загорянь установки може бути наступне:

- перенавантаження електродвигунів;
- джерелом пожеж і вибухів може бути в умовах установки, що проектується прямий удар блискавки;
- недотримання техніки безпеки праці.

Захист установки від блискавки не передбачений.

Заходи захисту при виникненні пожежі:

- в установці є кран, що дозволяє пустити воду на потребу пожежогасіння;
- використовуються вогнегасники типу ОУ-1;
- на двигунах стоять запобіжники сухого ходу;
- вся проводка ізольована;

Вогнегасники, що використовуються у даному проекті мають червоний колір корпусу і раз на 5 років проходять перевірку у відповідних інстанціях.

Таблиця 3.4 – Характеристика пожежо-небезпечних речовин

Речовини, що мають обіг виробн. ГОСТ	Агрегатний стан речов. в норм, умовах	Горючість. займистість	Показники пожежо- і вибухо небезпечності, °С			Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ОНТП 24-86	Клас приміщення /зона/ зовнішніх установок з ПУЕ	Категорія об'єкта і типу зони захисту щодо влаштуванню блискавкозахисту згідно з СН 305-77
			Температура спалаху	Температура займання	Температура самозаймання				
Дизпаливо	Рідке	Горючий	200	160-191	380	Пінний вогнегасник	В	2	3
Торф	Тверде	Горючий	500	250-300	450	Вода з установок, пінні вогнегасники	В	5	

5.7 Атестація робочих місць

Карта умов праці на робочому місці відділення очищення стічних вод ДП «Бурштин України»

Підприємство «Бурштин України»

Очищення стічних вод видобутку бурштину-сирцю

Відповідальний за заповнення карти - Петров П.П.

Дата заповнення – 12.12.2016

Таблиця 3.5 – Карта умов праці на робочому місці

№ п/ п	Фактори виробничого середовища	Норматив Г/ДР,Г/ДК	Фактичне значення		Ступінь шкідливості фактора Х–балів		Тривалість за зміну, Т		Шкідливість фактична, (Хфакт), балів	
			дп	пп			дп	пп	дп	пп
1	2	3	4	5	6	7	6	8	7	9
1	Шкідливі Речовини, мг/м^3 хім. II класу небезпечності	2	0,05	0	2		повна зміна	-	-	-
2	Пил, мг/м^3	6	5	0	2		повна зміна	-	-	-
3	Вібрація, дБ	6	3	2	1		повна зміна		-	-
4	Шум, дБА	83 - 87	85	60	1		повна зміна		1	1
5	Інфразвук, дБ	6 - 10	6	-	1		повна зміна	-	-	-
6	Температура зовнішнього повітря при роботі на відкритому повітрі, °С влітку взимку	до 32 -10 (-14)	25 - 7	25 -14	1		повна зміна	неповна зміна	-	1

$$X_{\text{факт1}} = X_{\text{ст}} \cdot T = 1 \cdot 1 = 1$$

Сума значень факторів виробничого середовища в випадку ДП
«Бурштин України» ($\sum X_{\text{факт}}$) балів - 1

Розмір доплати за умови праці, % - 4.

$$X_{\text{факт1}} = X_{\text{ст}} \cdot T = 2 \cdot 1 = 2$$

Сума значень факторів виробничого середовища в випадку підприємства дрібного видобутку ($\sum X_{\text{факт}}$) балів - 2

Розмір доплати за умови праці, % - 4.

Як видно за результатами таблиці атестації, робоче місце підлягає раціоналізації.

5.8 Аналіз небезпеки об'єктів

Згідно Положення «Про план і ліквідацію надзвичайних ситуацій» цех очищення стічних вод ДП «Бурштин України» належить до категорії В.

В якості надзвичайної ситуації в цеху потенційно можливий розлив концентрованих розчинів їдкого натру, соляної кислоти та гіпохлориту. Причиною цього може бути людський фактор, несвоєчасна профілактика резервуарів складу тощо. Вирішити цю проблему можна механічним засипанням піском пошкодженої поверхні і наступною нейтралізацією суспензії гашеним вапном або содою та подальшою промивкою місця розлиття.

Визначення ступеня руйнувань елементів цеху та очікуваних збитків.

Визначаємо можливий ступінь руйнувань кожного елемента цеху за величиною $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа.

Очікувані збитки визначаємо за таблицею 5.5, виходячи із ступеня руйнувань елементів. Результати заносимо в підсумкову таблицю 5.6.

Таблиця 5.5— Збитки залежно від ступеня руйнувань елементів об'єкта (цеху)

Ступінь руйнувань	Слабкі	Середні	Сильні	Повні
Збитки, зруйновані елементи обладнання, %	10–30	30–50	50–90	90–100

Визначення можливих утрат виробничого персоналу.

За $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа люди отримають травми:

а) на відкритій місцевості – травми легкого;

б) у будинку цеху за середнього ступеня руйнування – до 50 % людей отримають додатково ураження розбитим склом, уламками зруйнованих елементів будівлі та іншими предметами.

Визначення можливого характеру пожеж на об'єкті.

На об'єкті можуть виникнути окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год, виходячи з того, що:

- категорія виробництва за пожежною небезпекою – Г (задано);
- очікується надмірний тиск УХ $\Delta P_{\phi} > 20$ кПа;
- щільність забудови Щ = 30 %;
- ступінь вогнестійкості будівель – IV (для заданих меж вогнестійкості несучих стін – 0,5 год, перекриттів – 0,25 год).

Таблиця 5.6 – Результати прогнозування та оцінювання наслідків аварії

В якій зоні руйнувань об'єкт. Надмірний тиск	Елементи цеху	Ступінь руйнування	Очікувані збитки, %	Характер пожеж	Ступінь ураження виробничого персоналу
Зона середніх руйнувань, $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа	Будівля	середні	30–50	Окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год	Легкі травми. Ті, що в будівлі цеху – до 50 % – отримають пошкодження уламками скла і конструкцій
	Обладнання	слабкі	10–30		
	Трубопроводи	середні	30–50		
	Кабельні мережі	слабкі	10–30		

Проведення аналізу небезпек відділення очищення стічних вод дрібного видобутку бурштину є недоцільним.

ВИСНОВКИ

Результати прикладних наукових досліджень та технологічні розрахунки дозволяють обґрунтувати наступні загальні висновки.

1. Унікальність болотяно-лісових угідь Полісся підтверджено вітчизняною та міжнародною науковою спільнотою, частину територій Українського Полісся внесено до фонду заповідних територій.
2. Відповідальність за збереження цих унікальних природних ареалів як законодавчо, так і етично покладено на сучасне покоління, оскільки зважаючи на швидкість науково-технічного прогресу вже через п'ятдесят років ці унікальні території можуть бути деградовані.
3. Добування бурштину-сукциніту в Україні потребує нормування шляхом удосконалення існуючої правової бази в сфері видобутку природних копалин, а саме легалізації дрібного видобування та введення екологічних норм з регенерації ґрунту, водойм та лісу.
4. Проблема стічних вод бурштинового промислу носить в собі прихований характер, але нехтування нею може привнести руйнівні наслідки за рахунок підвищення мінералізації водойм і, відповідно, повної зміни біорізноманіття.

З проведених досліджень проб ґрунту та вод з територій видобування бурштину також було отримано ряд висновків.

5. Проби ґрунту, що були досліджені містять подекуди до 11% кальциту, який є частково розчинним мінералом, та може підвищувати загальну кальцієву твердість води, а особливо при посиленій гідродинамічній дії на нього силою гідравлічного тиску. Дослідження підвищення мінералізації у часі при внесенні проби ґрунту підтверджують розчинність мінеральних складових ґрунту і показують підвищення мінералізації дистильованої води з нульового показника загального солевмісту до 0,74 мг/дм³.

6. Дослідження проб води показали значну різницю в мінералізації води пропущеної через цикл «вимивання» бурштину та води з навколишніх водойм. Загальний солевміст у водоймах подекуди у 3 рази нижчий, ніж у свердловині.
7. Оскільки потребується максимальна екологічність виробництва, то використання іонообмінних смол повністю суперечить цим принципам. Тому були проведені дослідження проб торфу на іонообмінні властивості. Як катіонообмінний природний матеріал, торф зарекомендував себе добре (до 80% зниження загального солевмісту в лабораторних умовах).
8. Виходячи з вище отриманих результатів критичного аналізу літератури та експериментальних досліджень можемо впевнено стверджувати, що проблема очищення стічних вод бурштинового промислу є актуальною, та потребує якомога швидшого вирішення. Роботою пропонуються два технологічних рішення:
 - установка для очищення стічних вод ДП «Бурштин України» продуктивністю 1000 м³/год з використанням високо-технологічних та екологічно орієнтованих методів очищення води у вигляді механічного фільтрування на модифікованому кварцевому піску та ультрафільтрації.
 - установка для очищення стічних вод дрібного промислу продуктивністю 100 м³/год з використанням мішкових фільтрів та торфу, як пом'якшувального агенту з подальшою утилізацією фільтрувальних мішків та відпрацьованого торфу спалюванням в якості органічного палива.
9. Економічні розрахунки доводять доцільність використання таких методів очищення вод. Собівартість 1 м³ очищеної води на установці, що пропонується для ДП «Бурштин України» 0,49 грн, що стосується установки для очищення стічних вод дрібних підприємств, там собівартість дещо більша 6,57 грн/м³, але зважаючи на сьогоденішню ринкову вартість бурштину навіть такий показник ціни за 1 м³ води

вкладений у кінцеву вартість не зробить сировину неконкурентно-спроможною, а лише виведе її вартість на міжнародний рівень.

10. В ході роботи були передбачені заходи з охорони праці у відділеннях очищення стічних вод в обох випадках.

Перелік посилань

1. Данилов-Данильян В. И. Экологический вызов и устойчивое развитие / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев. – Москва: Прогрес-традиция, 2000. – 416 с.
2. Закон України "Про зону надзвичайної екологічної ситуації\" [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1908-14>.
3. Хвесик М. А. Проблеми раціонального природокористування в процесі забезпечення сталого розвитку в Україні [Електронний ресурс] / М. А. Хвесик, Н. А. Степанюк // Збірник матеріалів МНПК “Перший Всеукраїнський з’їзд екологів”. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://eco.com.ua/content/problemi-ratsionalnogo-prirodokoristuvannya-v-protsesi-zabezpechennya-stalogo-rozvitku-v-ukr/>.
4. Через незаконний видобуток бурштину в Україні постраждали тисячі гектарів землі [Електронний ресурс] // УНІАН. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://ecology.unian.ua/naturalresources/1276781-cherez-nezakonniy-vidobutok-burshtinu-v-ukrajini-postrajdali-tisyachi-gektariv-zemli.html>.
5. Рівненський природний заповідник [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: http://www.poltavalk.com.ua/index.php?option=com_contentview&=article&id=1419:2010-11-09-13-05-31&catid=96&Itemid=121.
6. Розвиток меліорації на Рівненщині [Електронний ресурс] // Рівненське обласне управління водних ресурсів. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: <http://rivnevodres.rv.ua/development.html>.

7. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник.— 2-е издание, переработанное и дополненное.— М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 2004.— 720 с., [16] л. ил.: ил. — (Классический университетский учебник).
8. Петров Б.А., Силивестров Н.Ф. Минеральное питание растений. Справочное пособие для садоводов и огородников. Екатеринбург, 1998 г, - 79 с.
9. Литология и палеогеографические условия формирования янтареносных отложений Самбийского полуострова и Украинского Полесья, Карлович И. А.¹, Прокопец В. ¹Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир ² Колледж геологоразведочных технологий Киевского национального университета имени Тараса Шевченка, г. Киев e-mail: karlovich@yandex.ru, vvturk@mail.ru.
10. Соляник Е. А. Янтарь покровных отложений Украинского Полесья / Е. А. Соляник. // Отдел геологии антропогена ИГН НАН Украины. – 2002.-12 с.
11. Иванова А. В. Эпохи образования и закономерности распространения янтаря в природе/ А. В. Иванова, С. А. Мачулина, Л. Б. Зайцева. – Киев: Институт геологических наук Национальной академии наук Украины, 2012.
12. Как добывают янтарь [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://ukrburshtyn.com/blog/kak-dobyvayut-yantar.html>.
13. Керівництво з експлуатації мотопомпи FP10 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://sarovod.in.ua/a108373-instruktsiya-ekspluatatsii-motopompy.html>
14. Методика электронной микроскопии. Область применения электронной микроскопии [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.mikroskopia.ru/info/18.html>.

15. Центр електронної мікроскопії [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://iff.kpi.ua/tsentr-elektronnoji-mikroskopiji>.
16. Комиссаренков А. А. Рентгенофлуоресцентный метод анализа: методические указания к лабораторным работам. / А. А. Комиссаренков, С. Б. Андреев. – Санкт-Петербург: ГОУВПО СПб ГТУ РП., 2008. – 36 с
17. Ковба Л. М. Рентгенофазовый анализ. / Л. М. Ковба, В. К. Трунов. – Москва: Издательство московского Университета, 1976. – 175 с. – (Издание второе, дополненное и переработанное.)
18. Центр рентгеноструктурного аналізу Rigaku [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://iff.kpi.ua/tsentr-rentgenostrukturnogo-analizu-rigaku>.
19. Применение и принцип действия солемера. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.td-anion.ru/info/articles/solemeri_printsip_deistvia.htm.
20. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія та обладнання одержання питної та технічної води» для студентів хіміко-технологічного факультету спеціальності 7.05130101, 8.05130101 «Хімічні технології неорганічних речовин» / Уклад.: І.М. Астрелін, Н.М. Толстопалова, Т.І. Обушенко, І.В. Косогіна, Г.В. Кримець, О.Б. Костоглод. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2012.—86 с.
21. ЗВІТ про виконання науково-дослідної роботи „ Визначення хімічного складу водних об’єктів Рівненського природного заповідника ” / [А. Лапінський, Г. Кримець, О. Костоглод та ін.]. – Київ: „Київський політехнічний інститут” Хіміко-технологічний факультет, 2014. – 32 с.
22. ГОСТ 17.1.1.04-80:Вода техническая.— Москва: Изд-во стандартов, 1981.— 6 с.

- 23.Фильтрующая среда Filter-AG [Электронный ресурс] // ООО «АкваБосс» - системы очистки воды. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: http://aquaboss.ru/page/sorbenti/Filter_AG/.
- 24.Расчет основных параметров установки ультрафильтрации [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: http://www.mediana-filter.ru/kh4_45.html.
- 25.Мешочный фильтр BFH1 [Электронный ресурс] // Aqua Club. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.raifil.in.ua/?view=bfh-1>
26. Бассейны Intex [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://intex-bestway.com>.
27. Дренажные погружные насосы для воды ГНОМ [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: <http://electricmotor-ua.com/nasosy-kaskad-gnom.html>.
- 28.Круш, П.В. Економіка підприємства [Текст]: навч. посіб. / за заг. ред. П.В. Круша, В.І. Подвігіної, Б.М. Сердюка. – К.: Ельга-Н, КНТ, 2007. – 780 с. – Бібліогр.: с 24, 44-46, 78, 100, 211-212, 235-236, 266, 316, 366, 388, 414, 430, 472, 522, 553-554, 594, 606, 629-630, 646,686, 744-746, 777. – 1000 пр. – ISBN 966-373-205-9.
- 29.Промислові тарифи з 01.01.2017р. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.roe.vsei.ua/promyslovi-taryfy-z-01-01-2017r/>.
- 30.Орленко, А.Т. Метод, вказівки до викон. розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки ф-тів / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с.